

TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Prosessi- ja materiaalitekniikan osasto
Puunjalostustekniikan laitos

Virpi Leikola

VÄRIORIGINAALIKUVIEN AUTOMAATTINEN LUOKITUS
VÄRIKORJAILUA VARTEN

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten Espoossa 1.9.1993.

Työn valvoja Professori Hannu Saarelma

Työn ohjaaja Tekniikan lisensiaatti Caj Södergård

Tekijä: Virpi Leikola
Työn nimi: Värioriginaalikuviin automaattinen luokitus värikorjailua varten
Päivämäärä: 13.9.1993 Sivumäärä: 66

Osasto: Prosessi- ja materiaalitekniikan osasto
Laitos: Puunjalostustekniikan laitos
Professuuri: Graafinen tekniikka (Aut-75)

Työn valvoja: Professori Hannu Saarelma
Työn ohjaaja: Tekniikan lisensiaatti Caj Södergård

Tämän diplomityön aiheena oli kehittää menetelmä värioriginaalikuviin automaattista luokitusta varten. Tavoitteena oli löytää värioriginaalikuville sellainen luokkajako, joka helpottaisi värikorjailua.

Kirjallisuuteen ja useiden väriammattilaisten haastatteluihin perustuen muodostettiin värikorjailua helpottava luokkajako, jonka käytettävyyttä testattiin laajalla kuva-aineistolla. Kullekin kuvaoriginaaliluokalle määriteltiin reproduktioparametrit, joita ristiin luokille soveltamalla saatiin selville lopullinen luokkajako. Luokkakohdista reproduktioparametrien soveltuvuuden arvioinnissa eri kuvaluokille käytettiin visuaalisen laadun mittausta numeerisen pisteytyksen menetelmällä.

Kuvat voidaan jakaa hallitsevien sävyalueidensa mukaan kolmeen ryhmään; vaaleat -, tummat - ja keskisävyiset kuvat. Keskisävyiset kuvat voidaan jakaa hallitsevien värisävyjensä mukaan kahteen luokkaan; lämmin- ja kylmäsvyisiin. Värioriginaalikuviin luokkia on siten yhteensä neljä.

Työn tavoitteet täyttyivät erinomaisesti. Luokitus onnistui. Seuraavassa vaiheessa tässä työssä löydetuille värioriginaalikuvaluokille kehitetään matemaattiset mallit neuraaliverkkolaskennan avulla. Tässä työssä kehitetty värioriginaalikuviin luokkajako on luotettava pohja automaattireproduktion jatkokehityksessä.

ALKUSANAT

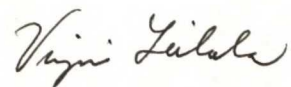
Tämä on Teknillisen korkeakoulun prosessi- ja materiaalitekniikan osaston Graafisen tekniikan koulutusohjelmaa varten opinnäytteeksi tehty diplomityö. Se on tehty Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen Graafisessa laboratoriossa osana Tekesin rahoittamaa konenäköön liittyvää ARGUS-projektia.

Esitän parhaimmat kiitokseni valvojalleni professori Hannu Saarelmalle diplomityön aikana saamistani arvokkaista neuvoista ja opastuksesta. Samassa yhteydessä kiitän häntä ja professori Pirkko Oittista heidän oppilaanaan olon aikana saamistani kannustuksesta.

Erityisen lämpimästi kiitän diplomityöni ohjaajaa tekniikan lisensiaatti Caj Södergårdia erittäin myönteisestä ja mieluaisasta ohjauksesta. Lämmin kiitos kuuluu myös ystävälleni ja diplomityöhuonekaverilleni tekniikan ylioppilas Juuso Äikkäälle mukavasta seurasta ja yhteisistä kypsymis- ja pähkäilyhetkistä. Samalla kiitän VTT Graafista laboratoriota diplomityöni teon mahdollistamisesta.

Rakkaat kiitokseni osoitan vanhemmilleni ja appivanhemmilleni aina saamastani tuesta ja kannustuksesta. Erityisesti haluaisin kiittää myös ystävättäriäni Elina Jouhkia, Tuula Antolaa ja Anna Forssénia henkisestä myötäelämisestä diplomityön tekovaiheissa. Kaikkein kauneimman kiitokseni saa puolisoni Ossi. Sitä kiitosta eivät sanat riitä kertomaan.

Espoossa 1. syyskuuta 1993



Virpi Leikola

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
---	----------	---

KIRJALLISUUSOSA

2	LUOKITUKSEN TAUSTA	3
2.1	Värikuvien lisääntynyt käyttö painotuotteissa	3
2.1.1	Visuaaliset tottumukset ja mediakilpailu	4
2.1.2	Havainnollisuus ja huomioarvo	5
2.2	Prepress-tekniikan kehitys	5
2.2.1	DTP-tuotanto	6
2.2.2	Vanhat väriammattilaiset ja uudet värikorjailijat	8
3	LUOKITUKSEN PERUSTA	10
3.1	Muistivärit	10
3.2	Perinteinen värireproduktio	10
3.2.1	Sävyntoisto ja harmaatasapaino	11
3.2.2	Värierottelun periaate	13
3.2.3	Värikorjailun tarve	15
3.2.4	Epäideaalisten painovärien kompensointi	16
3.2.5	Musta väri sekä perinteinen ja akromaattinen alivärinpoisto	19
4	LUOKKAJAKO	22

KOKEELLINEN OSA

5	KOEJÄRJESTELY	24
5.1	Testikuvat ja niiden käsittely	24
5.1.1	Testikuvien määrä ja laatu	24
5.1.2	Testikuvien käsittelyssä käytetyt laitteet ja ohjelmat	25

5.2	Luokkakohtaiset reproduktioparametrit	26
5.2.1	Vaaleat kuvat	27
5.2.2	Tummat kuvat	27
5.2.3	Ihmiskuvat	28
5.2.4	Ruskeasävyiset kuvat	28
5.2.5	Keltasävyiset kuvat	28
5.2.6	Vihreäsävyiset kuvat	29
5.2.7	Sinisävyiset kuvat	29
5.3	Luokkajaon testaus	29
5.3.1	Visuaalisen laadun testaus numeerisen pisteytyksen menetelmällä	29
5.3.2	Testihenkilö	30
6	TESTITULOKSET	31
7	JOHTOPÄÄTÖSET	34
8	YHTEENVETO	35
9	LÄHDELUETTELO	36

LIITTEET

LIITE 1.	Kouvolan Sanomien värikuvatilasto yhdeltä viikolta marraskuussa 1992.	45
LIITE 2.	Kodak XL 7700 :n tulostamat xyY-väriarvot spektrofotometrillä mitattuina.	46
LIITE 3.	Luokkakohtaiset reproduktioparametrit.	47
LIITTEET 4 - 22.	Luokkakohtaisten reproduktioparametrien saamat arvosanat, keskiarvot ja sijoitukset erilaisille kuvaoriginaalityyppien yhdistelmille ja osajoukoille käytettyinä.	48 - 66

1 JOHDANTO

Kuvaoriginaalien reproduktio jakautuu originaaleista riippumattomaan, laitekalibrointeihin pohjautuvaan värihallintaan ja originaaleista riippuvaan värikorjailuun. Värikorjailun tarve johtuu yleensä puutteellisista originaaleista. Värikorjailua käytetään, kun kuvan värillistä ilmiä halutaan muuttaa johonkin käyttötarkoituksestaan riippuvaan suuntaan. Värihallinnan aluetta tässä työssä ei käsitellä.

Painotuotteiden valmistus on hyvin nopeatempoista etenkin suurivolyymisillä lehdillä. Tuotannon nopea rytmi asettaa suuret vaatimukset värikorjailulle. Värikorjailun on oltava ennen kaikkea nopeata, mutta samalla myös laadukasta ja mahdollisimman edullista.

Värikuvien käyttö painotuotteissa on kasvanut huomattavasti viimeisten vuosien aikana. Etenkin sanomalehdissä on ryhdytty käyttämään entistä enemmän värikuvia. Tähän on tultu toisaalta digitaali-tekniikan kehityksen ja halpenemisen, ja toisaalta ihmisten lukutottumusten muuttumisen johdosta. Teknisten apuvälineiden kehittäminen kasvavaa värikorjailua varten on täten ensisijaisen tärkeää.

Värikuvien luokittelu on sellainen värikorjailua tehostava tekninen menetelmä, jota ei ole ollut tähän saakka olemassa ei automaattisena eikä manuaalisena. Automaattisessa luokittelussa värioriginaalit jaetaan aiheen, väri- ja tummuusrakenteen pohjalta luokkiin, joilla kullakin on optimaaliset, luokkakohtaiset korjailuparametrit. Tavoitteena on, että ainoastaan sellainen kuva, joka selkeästi poikkeaa kaikista ennalta määrätyistä luokista, työstetään manuaalisesti.

Luokittelu nopeuttaa ja tasalaatuistaa värillistä painotuotantoa. Samalla se antaa värikäsittelyprosessia tuntemattomille henkilöille mahdollisuuden tuottaa värikuvia menestyksekkäästi. Tänä päivänä värikäsittely onnistuu vain tehtävään erikoistuneilta ammattilaisilta. He käyttävät kuvaoriginaalien luokitusta alitajuntaisesti. Luokituksen perusteita he eivät yleensä pysty selkeästi määrittelemään.

Tämän diplomityön aiheena on ollut kehittää värioriginaalien automaattista luokittelumenetelmää. Työssä on ollut tavoitteena löytää värioriginaaleille sellainen

luokkajako, joka tehostaisi värikorjailua. Kullekin kuvaluokalle on luotu kirjallisuuteen ja väriammattilaisten haastatteluihin perustuen luokkakohtaiset reproduktioparametrit, joita laajalle kuva-aineistolle visuaalisesti testaamalla on tutkittu luokittelumenetelmän ja luokkajaon käytettävyyttä värikorjailuun.

2 LUOKITUKSEN TAUSTA

Luokituksen tarve on syntynyt kahdesta graafisessa teollisuudessa tapahtuneesta olennaisesta muutoksesta. Prepress-tekniikan nopea kehitys on noin viiden vuoden aikana käänteentekevästi muuttanut painolaitosten tuotantoympäristöjä. Samanaikaisesti painotuotteet ovat muuttuneet yhä värikkäämmiksi. Nämä kaksi muutosta ovat sekä erillisinä että myös tiiviisti toisiinsa sidoksissa olevina vaikuttimina graafisen teollisuuden kehityksessä. Kehityksen suunta on yhä automatisoidumpi ja värikkäämpi tuotanto.

2.1 Värikuvien lisääntynyt käyttö painotuotteissa

Aikakauslehdissä värikuvien määrä mustavalkoisiin kuviin nähden on ollut jo pitkään huomattavan suuri. Sanomalehdissä mustavalkoiset kuvat ovat olleet pitkään perinteenä. Vasta viime vuosina värikuvat ovat tulleet yleisemmiksi myös sanomalehdissä /5, 13, 32, 33, 43, 74, 75, 76, 77/.

Luokituksen kannalta juuri suurivolyymiset sanomalehdet ovat kiinnostavia. Automaattinen luokitus tehostaisi, nopeuttaisi ja joustavoittaisi niiden tuotantoa huomattavasti. Siksi tässä työssä tarkastellaan asioita nimenomaan sanomalehden kannalta.

Värikuvien määrä sanomalehdissä oli hyvin pieni 1980-luvun alussa. Vielä vuonna 1986 värikuvien määrä sanomalehdessä oli keskimäärin vain 5% kaikista sanomalehtikuvista /44/. Taulukossa 1 on kolmen suuren suomalaisen sanomalehden värikuvien määrät esitetty suhteessa lehtien kokonaiskuvamäärään vuosina 1981 ja 1986.

Taulukko 1. Kolmen suuren suomalaisen sanomalehden värikuvien osuus lehtien kokonaiskuvamäärästä vuosina 1981 ja 1986 /44/.

	HELSINGIN SANOMAT	ILTA-SANOMAT	AAMULEHTI
1981	1%	2%	3%
1986	2%	8%	7%

2.1.1 Visuaaliset tottumukset ja mediakilpailu

Varsinkin toimituksellisten värikuvien määrä sanomalehdissä on kasvanut viimeisten viiden vuoden aikana nopeasti. Jo vuonna 1992 useampi kuin joka viides toimituksellinen kuva suuressa sanomalehdessä oli värillinen. Liitteessä 1 on erään keskikokoisen suomalaisen sanomalehden värikuvien määrä yhden viikon ajalta vuonna 1992. Vielä vuonna 1990 joka kymmenes toimituksellinen kuva oli värillinen ja vuonna 1988 vain joka kahdeskymmenes. Aikakauslehdissä värikuvat toimituksellisilla sivuilla ovat olleet pidempään perinteenä. Taulukossa 2 on sanomalehtien toimituksellisten värikuvien keskimääräiset osuudet esitetty suhteessa lehtien kaikkiin toimituksellisiin kuviin vuosina 1986, 1988, 1990 ja 1992 /74, 75, 76, 77/.

Taulukko 2. Sanomalehtien toimituksellisten värikuvien keskimääräiset osuudet suhteessa lehtien kaikkiin toimituksellisiin kuviin vuosina 1986, 1988, 1990 ja 1992 /74, 75, 76, 77/.

	PIENET LEHDET	KESKI SUURET	SUURET LEHDET	KAIKKI LEHDET
1986	alle 1%	3%	10%	3%
1988	alle 1%	4%	9%	4%
1990	2%	5%	14%	9%
1992	2%	7%	21%	12%

Ihmisten luku- ja katselutottumusten muuttuessa on värikuvien käyttö sanomalehden toimituksellisilla sivuilla kasvanut. Ihmiset katselevat yhä useammin esimerkiksi uutisia televisiosta, eivätkä lue niitä sanomalehdestä. Sanomalehti on usealle ihmiselle televisiota täydentävä media, josta voi saada televisiossa esitettyyn uutiseen syvällisempää taustatietoa. Värikkään televisioiutistarjonnan rinnalla sanomalehdet ovat muuttaneet ilmettään värikkäämpään suuntaan, koska musta-valkoisen, staattisen sanomalehtikuvan informaatioarvo ei yllä värillisen, liikkuvan kuvan tasolle. Värikkäiden televisioiutisten jälkeen musta-valkoinen sanomalehtikuva tuntuu jokseenkin tylsältä.

Värilliset toimitukselliset kuvat palvelevat hyvin ihmisten muuttuneita laatuvaatimuksia kuvien visuaalisuuden suhteen. Värikuvat elävöittävät toimituksellisia sivuja ja tuovat niihin lisää havainnollisuutta. Värikuvat ovat sanomalehden vastaveto markkinoilla vallitsevaan kiivaaseen mediakilpailuun /33, 37, 43/.

2.1.2 Havainnollisuus ja huomioarvo

Aikaisempina vuosina värikuvia on ollut sanomalehdissä lähinnä vain ilmoituksissa, niissäkin hyvin vähän. Vuonna 1981 ilmoitusvärikuvien osuus oli noin 2%. Vuonna 1986 se oli keskimäärin 5%. Taulukossa 3 on kolmen suuren suomalaisen sanomalehden ilmoitusvärikuvien osuudet esitetty suhteessa lehtien kaikkiin ilmoituskuviin vuosina 1981 ja 1986. Tänä päivänä ilmoitusvärikuvien osuus on suunnilleen sama kuin toimituksellisten värikuvienkin, eli noin 20% /43/.

Taulukko 3. Kolmen suuren suomalaisen sanomalehden ilmoitusvärikuvien osuudet lehtien kaikista ilmoituskuvista vuosina 1981 ja 1986 /43/.

	HELSINGIN SANOMAT	ILTA-SANOMAT	AAMULEHTI
1981	2%	2%	2%
1986	2%	10%	3%

Ilmoituksissa värilliset kuvat ovat hyvin huomiota herättäviä. Huomioarvon lisäksi väri tuo kuvaan myös havainnollisuutta. Joissakin toimituksellisissa kuvissa värit ovat lähes välttämättömiä havainnollisuuden takia. Tällaisia ovat esimerkiksi urheilusivujen joukkupeleikuvat, joissa eri joukkueiden pelaajat on erotettava toisistaan paidan värin mukaan.

2.2 Prepress-tekniikan kehitys

Viimeisten viiden vuoden aikana digitaalitekniikan kehitys prepress-tuotannossa on ollut erittäin nopeaa. DeskTop Publishing (DTP) -tekniikka on mullistanut

prepress- tuotanto-organisaation. DTP-järjestelmä pohjautuu standardilaitteistoihin, -käyttäjärjestelmiin ja -ohjelmistoihin /71/.

Varsinkin värituotannossa DTP-tekniikan kehitys on ollut merkittävää. Värikuvan käsittelyasemat voidaan luokitella sen mukaan, mistä komponenteista ne on koottu. Raskas nelivärijärjestelmä Colour Electronic Prepress Systems (CEPS) on nykyisin markkinoilla olevista värikuvan käsittelyjärjestelmistä vanhin. Se on hallinnut reproduktiomarkkinoita aina vuodesta 1979. CEPS:n kilpailijat ovat standardipohjaiset työasemat (Unix) ja DTP-järjestelmät (PC, Apple). CEPS pohjautuu erikoistuneisiin, räätälöityihin laitteisto- ja ohjelmistokantoihin. Unix-työasemat pohjautuvat standardikäyttäjärjestelmiin, mutta niissä on erikostuneet ohjelmistot /71/.

Näistä kolmesta kuvankäsittelyjärjestelmästä väri-DTP on kehittynyt nopeimmin. Suuntaus on sama myös tulevaisuudessa. Väri-DTP on tämän työn kannalta mielenkiintoisin tulevaisuuden järjestelmä /33/.

2.2.1 DTP-tuotanto

CEPS:t on useissa prepress-laitoksissa korvattu kevyemmillä ja edullisemmilla DTP-järjestelmillä. DTP-värikorjailussa sekä tuotanto-organisaatio-, laitteisto- ja henkilöstövaatimukset ovat toisenlaiset kuin CEPS:iin pohjautuvassa värikorjailussa. Näistä muutoksista kumuloituu värioriginaalien automaattireproduktion tarve /32, 33, 55/.

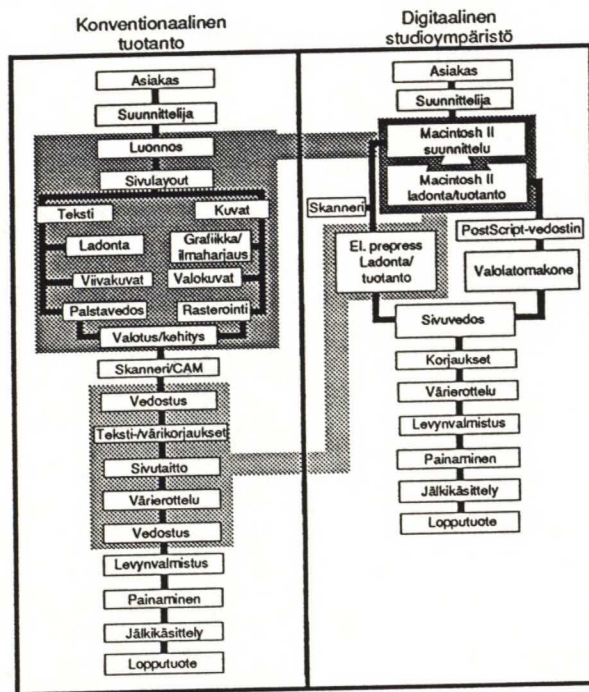
DTP:n kehitys on saanut aikaan värikuvien käytön räjähdysmäisen kasvun myös siellä, missä värien käyttö ei ole ollut aikaisemmin mahdollista kustannuksellisista tai teknisistä syistä. Pienimuotoisten, värillisten painotöiden tekoon DTP-värijärjestelmä sopii erityisen hyvin, koska DTP-laitteet ovat perinteisiin reproduktiolaitteisiin nähden edullista ja tuotanto niillä suhteellisen yksinkertaista ja pienimuotoisissa töissä nopeaa. Perinteisesti reproduktio ja varsinkin värikorjailuvaihe ovat olleet hitaita ja raskasta laitteistoa vaativia tehtäviä.

DTP sopii joustavuutensa ansiosta erittäin hyvä erilaisiin tuotantomuotoihin. DTP sopii myös sanomalehtituotantoon erinomaisesti. DTP mahdollistaa kuvien lisäyksen ja muutoksien teon vielä työn viime vaiheissa. Varsinkin toimituksellisten

sivujen tasoon tällä on suuri merkitys. Tavallisesti sanomalehtikuville reproduktiossa tehtävät korjailut ovat sävyntoiston säätöä ja korostusta. Siihen tehtävään raskaat värijärjestelmät ovat olleet ylimitoitettuja /33, 44, 55/.

Myös aikakauslehtituotannossa DTP on vakiinnuttanut asemaansa. Tämä on tapahtunut, kun painolaitosten prepress-osastojen lisäksi myös toimitukset, mainostoimistot ja reproduktiolaitokset ovat siirtyneet käyttämään DTP-järjestelmiä sivujen ja ilmoitusten tekoon. Tällöin valmiit sivut ja ilmoitukset pystytään siirtämään linjasiirtona tai muistilevyillä painolaitokseen.

Väri-DTP -pohjaisessa tuotannossa kustannussäästöt syntyvät perinteisen käsityön vähenemisestä ja prosessin yksinkertaistumisesta. Kuvassa 1 on verrattu perinteistä prepress-tuotantoa DTP-pohjaiseen prepress-tuotantoon. Sävytetyt alueet osoittavat, mitkä perinteisen tuotannon osa-alueet voidaan korvata digitaaliprosessilla.



Kuva 1. Perinteinen vs. digitaalinen prepress-tuotanto /33/.

Graafisen teollisuuden tuotantorakenne on muuttunut DTP:n myötä yhä enemmän siihen suuntaan, että kirjapainot ovat profiloituneet puhtaasti painolaitoksiksi.

Niiden toiminta käsittää tuotteen painamisen ja painopinnan valmistuksen. Joissakin painotaloissa painopinnan valmistuksen katsotaan käsittävän vain painolevyn valmistuksen valmiista filmeistä, tai lisäksi korkeintaan filmien tulostuksen. Kuvien sisäänsyöttö, käsittely ja sivuasemointi tapahtuvat yhä enenevissä määrin toimituksissa, reproduktiolaitoksissa tai suunnittelu- ja mainostoimistoissa. Valmiiden sivujen tulostus filmille suoritetaan joko painotalossa, reproduktiolaitoksessa tai tulostukseen erikoistuneessa tulostuslaitoksessa. Näin myös kuvakorjailu on siirtynyt ja siirtyy yhä enenevissä määrin pois perinteisiltä kirjapainoilta uusille palvelulaitoksille. Lyhyesti sanottuna päällekkäiset työvaiheet eri laitosten väliltä ovat poistuneet, ja toimenkuvat ja organisaatiot ovat uudistuneet.

Uuden tyyppisiä graafisen alan palvelulaitoksia onkin syntynyt paljon. DTP-tekniikka on edullista ja sen laajennettavuusmahdollisuudet ovat erittäin hyvät. DTP-sovellutusten käyttöliittymät ja ohjelmistot ovat huomattavasti käyttäjäystävällisempiä kuin vanhojen värijärjestelmien, mikä myös laskee DTP:n käyttöönottokynnystä /33, 55/.

Mikrotietokonepohjaisten värityöasemien syrjäyttäessä raskaita neliväriaseimia ovat myös kuvien työstötavat muuttuneet. Perinteisessä rumpuskannauksessa ovat kuvaan tehdyt muutokset olleet peruuttamattomia. Kuvaoperaatioita tehtäessä ei kuvan työstäjä skanneripohjaisessa värikorjailussa ole välttämättä nähnyt kuvaan tekemiään muutoksia. DTP-värijärjestelmät mahdollistavat originaalien interaktiivisen käsittelyn. Kuvaa on helpompi hallita, koska kuvakorjailun vaikutukset ovat jatkuvasti nähtävissä.

Värikorjailua pystyttäisiin edelleen helpottamaan, jos korjailuun tulevat kuvat voitaisiin luokitella niille tehtävien korjailuoperaatioiden mukaisesti. Lehdissä esiintyy paljon samantapaisia kuvia niin artikkelikohtaisesti kuin myös koko lehden mittakaavassa. Luokittelu tehostaisi, yksinkertaistaisi ja nopeuttaisi värikorjailua, ja mikä merkittävää, tekisi sen myös edullisemmaksi /37/.

2.2.2 Vanhat väriammattilaiset ja uudet värikorjailijat

Värikuvien reproduktio on ollut pitkään vain siihen erikoistuneiden väriammattilaisten tehtävä. Näppituntuma värikuviin ja värikorjailuun on kehittynyt useiden vuosien kokemuksen kautta. Kokeneet väriammattilaiset tekevät

värikorjailupäätökset nopeasti originaalikuvaa silmäistyään. He käyttävät siinä tietoisesti tai tiedostamattaan kokemukseen pohjautuvaa värikuvaluokitusta.

DTP-tekniikan kehityksen myötä graafinen reproduktio on siirtynyt yhä enenevässä määrin kokemattomien värikorjailijoiden tehtäväksi mm. mainos- ja kuvatoimistoihin. Jotta myös ammattimaiseen värikorjailuun tottumaton voisi tehdä hyvää reproduktiojälkeä, tulisi kuvien korjailusta tehdä mahdollisimman yksinkertaista. Kaupallisia, varsin yksinkertaisia DTP-värikorjailuohjelmia on markkinoilla jo useita. Näiden interaktiivisten, usein selkeän käyttöliittymän omaavien värikorjailuohjelmien avulla myös kokematon värikorjailija saattaa päästä hyväänkin lopputulokseen. Usein niiden käyttö on kuitenkin sen verran monimutkaista, että amatööriäinen käyttäjä saattaa joutua ohjelman tarjoamien monien eri värikorjailuoperaatioiden uhriksi /5, 13/.

Värioriginaalikuvien automaattinen luokitus takaa graafisen reproduktion hyvän ja tasaisen laadun riippumatta käyttäjän ammattitaidosta ja kokemuksesta. Se tehostaa sekä kokeneiden että kokemattomien värikorjailijoiden työtä. Kuvakorjailijan tärkeä tehtävä on päättää, mitä operaatioita kuvalle tehdään. Luokitus minimoi vääristä päätöksistä aiheutuvan lisätyön riskin. Samalla se nopeuttaa päätösprosessia ja tekee kuvatuotannon tasalaatuiseksi.

DTP-laatu on käsite, johon vielä muutama vuosi sitten sisältyi kielteinen sävy. Tällä ei tarkoitettu sitä, etteikö DTP:llä saataisi aikaan yhtä hyvää jälkeä kuin esimerkiksi CEPS:llä, vaan sitä, että järjestelmän käyttäjä ns. DTP-laadussa on usein amatööri. Ei voida olettaa, että DTP:n käyttäjä, jolla on useimmiten hyvin vähäinen kokemus värireproduktiosta, pääsisi samaan lopputulokseen kuin konventionaalisen värikorjailun ammattilainen, jolla on takanaan vuosien kokemus värireproduktiosta. Automaattisen luokituksen päämääränä on tehdä DTP-värikorjailu niin yksinkertaiseksi, että edellä mainittua kokemattomasta käyttäjästä johtuvaa DTP-laatu -käsitettä ei enää lainkaan tunnettaisi /5, 32, 33/.

Värikorjailu on hyvin subjektiivista. Värikorjailun tulos riippuu korjailijan kokemuksen lisäksi merkittävästi myös värikorjailijan henkilökohtaisesta visuaalisesta mieltymyksestä. Luokituksella ja luokkakohtaisilla korjailuparametreilla värikuvat saadaan tasalaatuisiksi yhden painotuotteen, ja myös koko painolaitoksen sisällä.

3 LUOKITUKSEN PERUSTA

Perustan tässä työssä tehdyille värioriginaalikuviin luokitukselle muodostavat ihmisen psykologisen muistiin perustuvat kriittiset värit eli muistivärit ja graafisen reproduktion perinteiset korjausmahdollisuudet värioriginaalikuville.

3.1 Muistivärit

Muistivärit ovat sellaisia värisävyjä, jotka ovat ihmisen psykologiselle värinäkemiselle tuttuja. Tällaisista sävyistä ihmisellä on selvä mielikuva, millaisena niiden tulisi toistua. Niitä ovat mm. taivaan, ruohon, hiekan, veden ja ihmisen ihon värisävyt /31, 37, 40, 57/.

Muistivärejä kutsutaan myös kriittisiksi väreiksi, sillä niiden oikea toistuminen painojäljessä on tärkeää painotuotteen uskottavuuden kannalta. Ihminen havaitsee nopeasti, jos hänelle tutut värit eivät toistu painettuina oikein. Visuaalinen miellyttävyys on hyvin ongelmallinen asia graafisen reproduktion kannalta. Kuvan visuaaliseen miellyttävyyteen vaikuttaa aina katseluympäristön olosuhteet. Lisäksi riippuu suuresti ihmisen luonteesta, kokemuksista, kulttuuri- ja etnisestä taustasta sekä katseluhetken mielentilasta, minkälaiset mielikuvat hänellä on erilaisten kohteiden väreistä, ja mitä hän milloinkin pitää miellyttävänä. Muistivärit ovat täten hyvin subjektiivisia, ja siksi niiden tarkat värisävyt ovat erittäin vaikeasti määriteltävissä /31, 50, 51/.

Tässä työssä muodostettu värioriginaalikuviin luokkajako on tehty ihmisen muistivärit huomioon ottaen. Muistiväreistä keskiarvojen alueella sijaitseva ihmisen ihon väri on hyvin merkittävässä asemassa. Nurmikon vihreä, taivaan ja veden sininen sekä hiekan ruskea luokituvat loogisesti vihreiden, sinisten ja ruskeiden kuvien luokkaan.

3.2 Perinteinen värireproduktio

Graafisen reproduktion tavoitteena on säätää originaalin ja painojäljen kolorimetriaan pohjautuvalla tavalla määriteltujen värien suhdetta siten, että originaalin kokonaisvärivaikutelma toistuu painojäljessä mahdollisimman

muuttumattomana. Kokonaisvärivaikutelma tarkoittaa kokonaisesta värillisestä kuvasta saatavaa visuaalista vaikutelmaa, joka muodostuu kuvassa esiintyvistä väreistä ja niiden keskinäisistä suhteista. Kokonaisvärivaikutelma on vaikea ja subjektiivinen käsite, sillä sitä ei ole mahdollista kvantifioida edes vakioiduissa olosuhteissa /40/.

Ongelmallista on, että edellä esitetyn tavoitteen mukaisesti reproduoidut kuvat eivät välttämättä anna visuaalisesti miellyttävintä painotulosta. Katselijan henkilökohtaiset, hänen kokemukseensa ja kulttuuritaustansa pohjautuvat, fysiologisista ja psykologisista syistä johtuvat mieltymykset vaikuttavat siihen, minkälaisia värejä hän pitää miellyttävänä ja oikeana. Esimerkiksi kauniisti ruskettunutta ihoa saatetaan pitää miellyttävämpänä ja oikeampana, kuin mitä normaali, vaalean iho on.

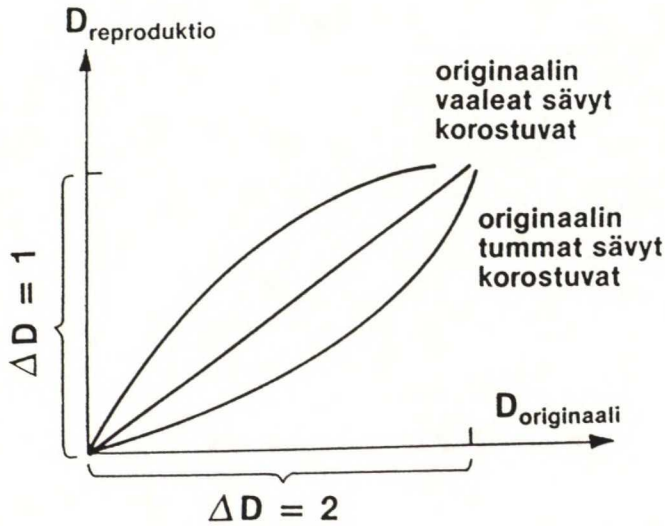
Värireproduktion laadun arvostelussa on erittäin ratkaisevaa, pidetäänkö painojäljen laadun arvostelukriteerinä sen visuaalista miellyttävyyttä vai samankaltaisuutta originaalin kanssa. Se, miten paljon arvostelukriteeri vaikuttaa, riippuu huomattavasti originaalikuvasta. Ongelman selkein ratkaisu olisi, että originaalikuva olisi aina juuri sellainen, kuin mitä halutaan painettuna toistaa. Värit olisivat jo valmiiksi yleisesti miellyttäviä. Silloin reproduktio voitaisiin tehdä täsmällisesti originaalia toistavaksi /40/.

Reproduktiossa pidetään hyvän lopputuloksen edellytyksenä hallittua sävyntoistoa, harmaatasapainoa ja värintoistoa. Niiden teknisiä perusteita käsitellään seuraavissa kappaleissa. Kuten jo aikaisemmassa kappaleessa todettiin, ihmisen muistivärien oikein toistuminen on erittäin merkittävää hyvän reproduktion lopputuloksen kannalta. Luonnollisesti monilla muillakin seikoilla, kuten painopaperin, -värin ja -menetelmän ominaisuuksilla sekä painatuksen hallintaan liittyvillä tekijöillä on olennainen merkitys lopullisen painojäljen laadulle /35, 40, 57/. Näitä seikkoja ei kuitenkaan käsitellä tässä yhteydessä.

3.2.1 Sävyntoisto ja harmaatasapaino

Sävyntoisto mittaa kohteen ja kuvan tummuuksien suhdetta. Normaalissa kuvareproduktiossa lähtökuvan dynaaminen alue on suurempi kuin tulokuvan. Väripaperikuvassa densiteetin tummuusväli on korkeimmillaan noin 1,8 ja

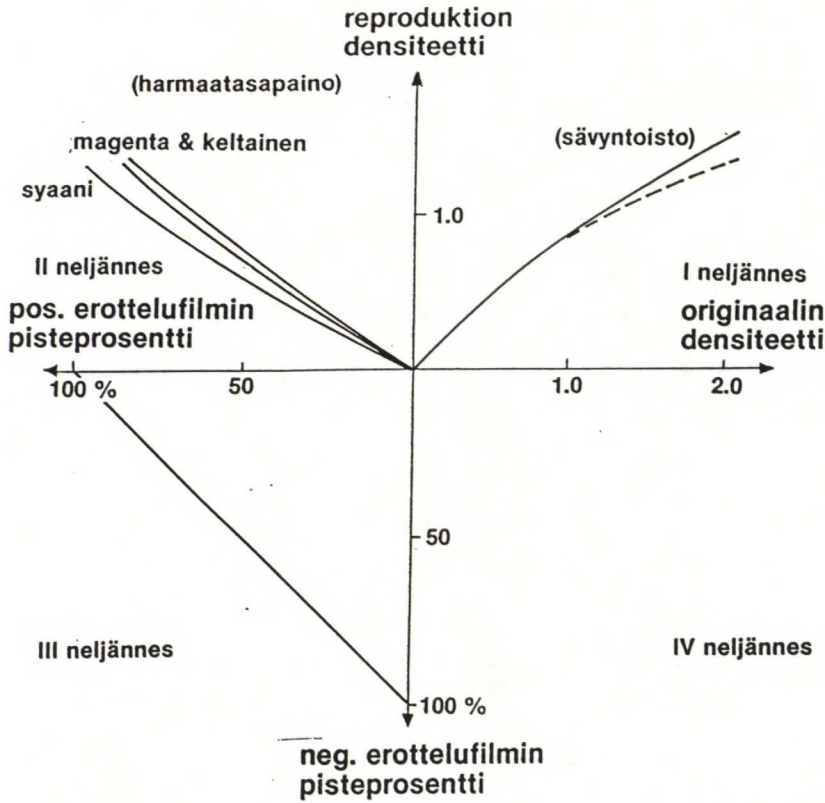
väridiapositiivissa noin 3. Offset-menetelmällä painetussa sanomalehdessä se on vain noin 1,0. Sävyntoistokäyrän muotoa säätämällä voidaan kuvan haluttua tummuusaluetta korostaa. Tämä on esitetty kuvassa 2 /40, 57, 59, 71/.



Kuva 2. Sävyntoisto ja sävyalueiden korostus sävyntoiston säädöllä /59/.

Harmaatasapainolla tarkoitetaan sitä, että originaalin akromaattiset värit toteutuvat myös painojäljessä värittöminä eli valkoisina, harmaina tai mustina. Harmaatasapaino on erittäin kriittinen värireproduktion ominaisuus, sillä ihmissilmä havaitsee harmaasävyissä pienetkin kromaattisten värien suuntaan tapahtuvat poikkeamat. Silmän suuri herkkyys juuri harmaasävyjen suhteen johtuu suurelta osalta siitä, että tarkkailija käyttää useimmiten väritöntä painoalustaa vertailukohtana. Tästä syystä huono harmaatasapaino saa helposti koko kuvan näyttämään värittyneeltä, vaikka useat kylläiset värit toistuisivatkin oikein /40/.

Reproduktion sävyntoistoa ja harmaatasapainon toteutumista reproduktiossa kuvataan usein Jones-diagrammilla. Sillä voidaan myös havainnollistaa originaalin ja erottelunegatiivin välistä yhteyttä /40, 57/. Kuvassa 3 on esitettyä Jones-diagrammi.

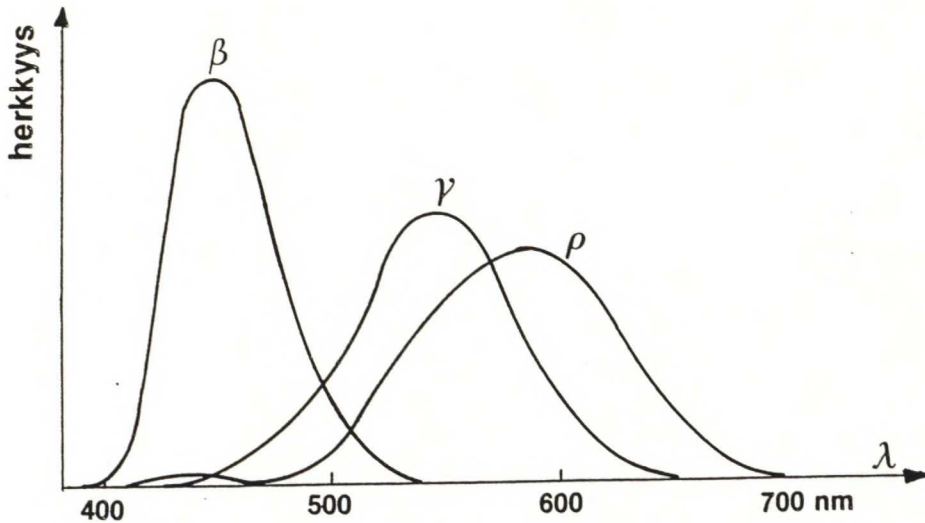


Kuva 3. Reproduktion sävyntoistoa ja harmaatasapainon toteutumista kuvaava Jones-diagrammi /40/.

Jones-diagrammia tarkastelemalla voidaan päätellä, että kun sävyntoisto ja harmaatasapaino on säädetty kohdalleen, ei värintoistoa voida enää muuttaa muuttamatta jo optimaaliseksi säädettyä sävyntoistoa ja harmaatasapainoa. Koska silmä herkimmin havaitsee sävy- ja värimuutokset harmaissa sävyissä, voidaan oikeaa sävyntoistoa ja harmaatasapainon toteutumista pitää riittävänä ehtona hyvälle reproduktiolle /57/.

3.2.2 Värierottelun periaate

Ihmisen värinäkeminen perustuu silmän kolmen tyyppisiin hermosoluihin, joista yksi aiheuttaa punaisen, toinen vihreän ja kolmas violetin vaikutelman. Valo ärsyttää hermosoluja aallonpituuden mukaan eri tavalla. Silmä muodostaa siten kaikki havaitsemansa sävyt kolmen eri primääristimulin sekoituksena. Kuvassa 4 on kuvattu ihmissilmän tappisolujen spektraaliherkkyyskäyrät /28, 39, 40, 54, 57, 79, 88/.



Kuva 4. Ihmissilmän tappisolujen spektraaliherkkyyskäyrät /40/.

Painokuvan värireproduktiossa jäljitellään silmän näköjärjestelmän toimintaa jakamalla toistettava sävy painomenetelmän käyttämiin primääristimuleihin: syaaniin, magentaan ja keltaiseen. Syaani painoväri säätää punaisen, magenta vihreän ja keltainen sinisen valon absorptiota /57, 59/.

Värierottelu on punaisen, vihreän ja sinisen valon absorptio voimakkuuden määrittämistä kuvan eri kohdissa. Värierottelu tehdään mitaten kuvan intensiteettiä värillisten erottelusuodinten läpi. Sinisuotimen maksiläpäisy on noin 440 nm valon allonpituuden alueella, vihersuotimen noin 540 nm ja punasuotimen noin 630 nm. Tarkat arvot ovatskannerikohtaisia. Kuvassa 5 on kaavamaisesti esitetty värierottelun periaate /57, 59/.

Kuvan väri:		Erottelusuodin:		Primääriväri:
KELTAINEN	=>	SINISUODIN	=>	KELTAINEN
SINIPUNAINEN	=>	VIHERSUODIN	=>	MAGENTA
SINIVIHREÄ	=>	PUNASUODIN	=>	SYAANI

Kuva 5. Värierottelun periaate.

3.2.3 Värikorjailun tarve

Kuvaoriginaalien reproduktio jakaantuu laitekalibrointeihin pohjautuvaan värihallintaan ja värikorjailuun. Värihallinta on kuvaoriginaalista riippumaton reproduktiotyön perusta. Sen tavoitteena on saada värin informaatio säilymään mahdollisimman muuttumattomana koko reproduktioprosessin ajan. Kalibroinnissa huomioidaan originaalin syötössä käytettävän laitteen ominaisuudet. Samoin huomioidaan sen laitteen ominaisuudet, jolla syötettyä kuvaa käsitellään ja katsellaan, sekä tulostinlaitteen ominaisuudet. Kalibroinnissa huomioidaan myös originaalikuvan filmimateriaali ja kuvan monistamisessa käytetyn painoalustan materiaali sekä painovärit.

Varsinainen värikorjailu on kuvaoriginaaleista riippuvaista. Sen tarve johtuu yleensä puutteellisista kuvaoriginaaleista. Tyypillisiä teknisiä ongelmia kuvaoriginaaleissa ovat yli- ja alivalottuneisuus, väärä valaistus ja filmivalinta. Yli- ja alivalottuneiden kuvien yksityiskohtien ja sävyjen toisto on yleensä erittäin huono. Väärä filmimateriaali ja huono valaistus saavat aikaan epämiellyttäviä sävyjä kuvaoriginaaleihin. Teknisestä virheestä johtuva sävy saattaa muuttaa kuvan tunnelman täysin toisenlaiseksi, kuin mitä se kuvaushetkellä oli, tai mitä kuvalla alkuperäisesti tavoiteltiin. Värikorjailussa sävy voidaan muuttaa paremmin kuvan käyttötarkoitukseen sopivaksi. Esimerkkinä mainittakoon henkilökuvaus, jossa väärä valaistus tai filmivalinta saattavat saada ihmisihon näyttämään omituisen kellertävältä. Värikorjailun keinoin iho saadaan näyttämään raikkaalta ja terveeltä.

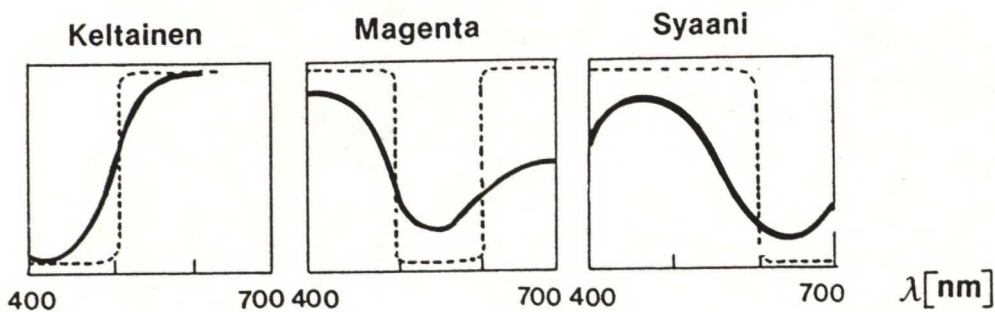
Värikorjailu tulee kysymykseen lähes aina myös teknisesti moitteettomien kuvaoriginaalien kohdalla. Silloin niiden värillistä ilmettä halutaan parantaa korostamalla kuvatun aiheen omia sävyjä /haastattelut/. Värikorjailussa kuvaoriginaalin omia sävyjä korostavilla keinoilla saadaan myös kuvaoriginaalin sisältö paremmin esille. Esimerkkinä voisi olla vihreä metsäkuva, jonka luonnollista vihreyttä voidaan värikorjailussa korostaa ja saada se näyttämään entistä puhtaamman ja raikkaamman vihreältä.

Kuviin voidaan värikorjailun avulla luoda myös ns. epäaitoja tunnelmia käyttötarkoituksen mukaan. Esimerkkinä vaikkapa ilmoituskuva, johon halutaan sininen, usvainen tunnelma. Materiaalina voidaan käyttää normaalissa päivävalossa kuvattua originaalia. Värikorjailun keinoin siihen on mahdollista saada haluttu tunnelma.

Käytännön värikorjailussa ennakoidaan myös painomenetelmän, -värien ja -paperin kuvaan aiheuttamia muutoksia. Periaatteessa tätä ei kuuluisi enää suorittaa värikorjailun yhteydessä, vaan niistä tulisi huolehtia värihallinnan avulla. Käytännössä tällaiseen ennakoivan värikorjailuun joudutaan useissa painolaitoksissa turvautumaan värihallinnan puutteen vuoksi.

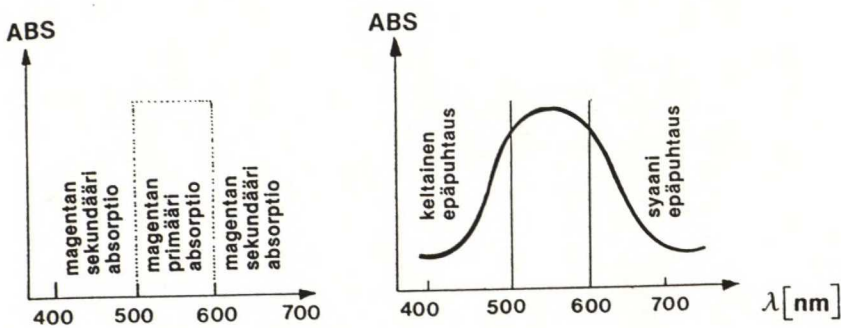
3.2.4 Epäideaalisten painovärien kompensointi

Värikompensointi korjaa painovärien puutteellisia absorptio-ominaisuuksia. Värikorjailua ei periaatteessa tarvittaisi, jos paperi olisi täysin valkoinen ja kukin painoväri absorboisi kolmanneksen näkyvän valon spektristä ja läpäisisi muun osan siten, että osavärien absorptiot eivät menisi päällekkäin. Tilanne olisi tällöin ideaalinen. Todellisuudessa painoväreillä ei ole ideaalisia spektraalisia absorptio-ominaisuuksia, vaan ne absorboivat vain tyydyttävästi haluttuja aallonpituuksia ja liikaa ei-haluttuja aallonpituuksia. Kuvassa 6 on painovärien ideaaliset ja todelliset valon absorptiot. Väreistä keltainen on lähinnä ideaalista. Magentan ja syaanin sekundääriabsorptiot ovat suuret /57, 59/.



Kuva 6. Painovärien ideaaliset (---) ja todelliset (—) emissiokäyrät /59/.

Esimerkiksi magentan painovärien tulisi absorboida vihreää valoa, mutta se absorboi myös sinistä ja punaista valoa. Tästä seuraa magentan painovärien sävyttyminen. Kuva 7 esittää magentan painovärien sävyttymistä.



Kuva 7. Magentan painovärin sävyttyminen /59/.

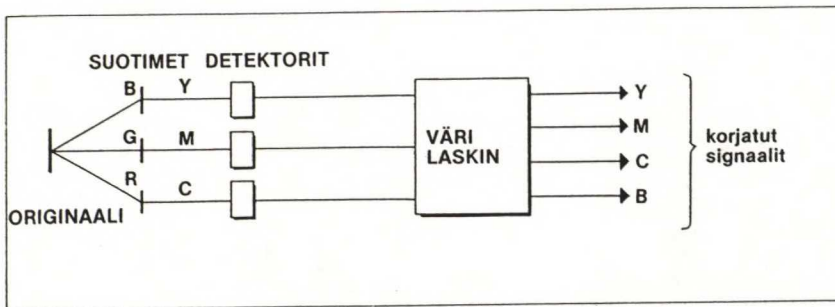
Magentan sekundaariabsorptiot kompensoidaan siten, että kuvan kohdasta, johon painetaan magentaa, poistetaan keltaista ja syaania painoväriä magentan sekundaariabsorptioiden verran. Muiden osavärien osalta menetellään samoin. Tehtäväksi tulee siten kuusi kompensatiota /59/.

Painovärien epäideaalisesta valon absorptiosta johtuen emissiospektrit suodinten läpi poikkeavat halutuista. Taulukossa 4 on esitetty tyypilliset suodindensiteetit. Sulkuihin on merkitty ideaaliset densiteetit.

Taulukko 4. Tyypilliset ja ideaaliset suodindensiteetit /59/.

	PUNASUODIN DENSITEETTI	VIHERSUODIN DENSITEETTI	SINISUODIN DENSITEETTI
SYAANI	1.30 (korkea)	0.40 (0)	0.15 (0)
MAGENTA	0.10 (0)	1.05 (korkea)	0.60 (0)
KELTAINEN	0.01 (0)	0.07 (0)	1.00 (korkea)

Värikorjaus maski- eli valokuvausmenetelmällä tapahtuu manuaalireproduktiossa valmistamalla erottelunegatiivistä heikko positiivi, joka kontaktikopioinnissa liitetään toisen osaväriin negatiiviin. Tällöin kyseisen negatiivin kontrasti pienenee, ja lopullinen painoväriin määrä saadaan toivotuksi. Korjaamalla maskauksessa kaksi kriittisintä sekundääriabsorptiota saadaan tyydyttävä lopputulos. Valotuksessa musta osaväri erotellaan joko peräkkäisillä valotuksilla eri erottelusuodinten läpi tai yhtenäisellä valotuksella keltaisen ns. kultasuotimen läpi. Analogiaskannerissa värierottelu, korjailu ja mustan värin generointi tehdään kuvasignaaleille laskennallisesti osavärisignaaleista reaaliajassa. Kuvassa 8 on esitetty värikorjaus analogiaskannerissa.



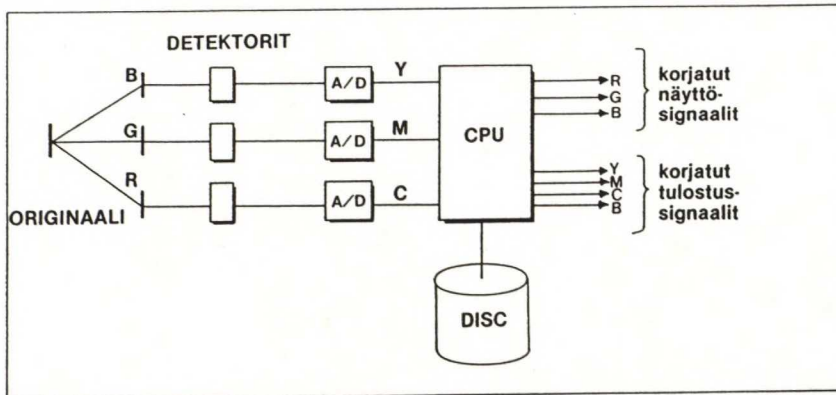
Kuva 8. Värikorjaus analogiaskannerissa /59/.

Reaaliaikainen korjailu tehdään osasignaaleit yhdistäen kutakin tulostussignaalia laskettaessa sekundääriabsorption määrää vastaavilla kertoimilla joko vahvistaen tai heikentäen kaavan 1 mukaisesti.

$$\begin{aligned}
 C' &= a_3 C - b_3 Y - c_3 M \\
 M' &= a_2 M - b_2 Y - c_2 C \\
 Y' &= a_1 Y - b_1 M - c_1 C
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

missä C, M ja Y ovat syaanin, magentan ja keltaisen värin korjaamattomat signaalit, C', M' ja Y' korjatut signaalit ja a, b, c ja d korjausparametrejä. Analogiaskanneri muodostaa mustan osaväriin. Analogiaerottelussa voidaan tehdä aliväriinpoistoa eli korvata värillisten värien harmaakomponenttia mustalla painovärillä. Laiteteknisistä

syistä 100 prosenttinen alivärinpoisto eli akromaattinen reproduktio ei analogialaitteissa ole mahdollista. Digitaalinen värikorjailu tehdään laskennallisesti kuvan 9 tavoin /59/.



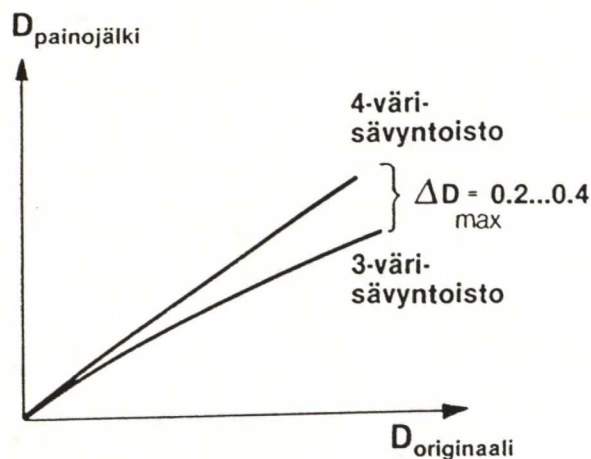
Kuva 9. Värikorjaus digitaalisesti /59/.

Sekundääriabsorptioiden lisäksi värireproduktiota vaikeuttavat summavirhe, joka johtuu siitä, että päällekkäin painettujen värien kokonaisdensiteetti on eri kuin osavärien densiteettien summa, ja suhdevirhe, joka johtuu värin kylläisyyteen vaikuttavien osavärien rasteripisteiden päällekkäisyydestä ja vierekkäisyydestä. Lisäksi värireproduktiota vaikeuttavat toisiinsa sekoittuvat painovärit ja värinsiirto-ongelmat, jotka riippuvat alle painetuista väreistä /59/.

3.2.5 Musta väri sekä perinteinen ja akromaattinen alivärinpoisto

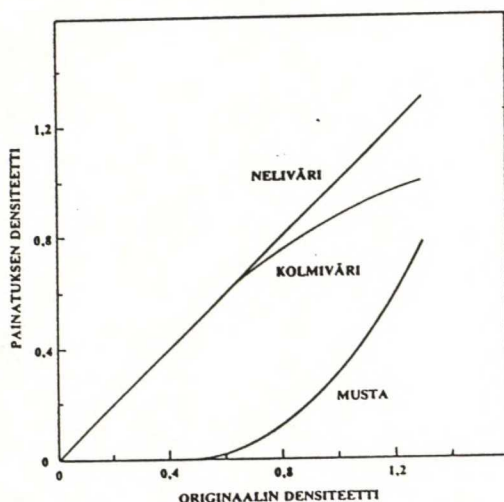
Kolmiväriteorian mukaan tarvitaan ainoastaan kolme stimulia monivärireproduktion aikaansaamiseksi. Värillisten kovakopioiden valmistuksessa käytetään kuitenkin yleensä mustaa neljäntenä värinä, koska silloin painojäljen kokonaistummuus nousee ja yksityiskohtien toisto paranee. Nelivärisävyntoistolla saavutettu laajentunut sävyalue helpottaa sävyntoistokäyrän määrittämistä ja lisää sävyeroja tummassa päässä, jolloin yksityiskohdat erottuvat selvemmin. Tumman pään harmaatasapainosta tulee samalla stabiilimpi. Värinsiirto helpottuu korvaamalla kolmella värillisellä värillä aikaansaatu harmaakomponentti mustalla. Mustaa

tarvitaan noin kolmasosa pinta-alaa kohden siitä, mitä kolmiväriharmaata painettaessa tarvitaan yhteensä värejä saman harmaatason aikaansaamiseksi. Musta painoväri on myös värillistä halvempaa. Kuvassa 10 on esitetty mustan osavärin vaikutus sävyntoistoon /40, 57, 59, 71/.



Kuva 10. Mustan osavärin vaikutus sävyntoistoon /59/.

Edellä mainitut tavoitteet voidaan saavuttaa yksinkertaisesti ns. luurankomustan avulla. Siinä musta osaväri alkaa painaa vasta, kun kolmiväripainatuksen maksimidensiteetti on saavutettu. Jotta välttyttäisiin sävyportailta, muodostuu luurankomusta käytännössä kuvan 11 osoittamalla tavalla /40, 57/.

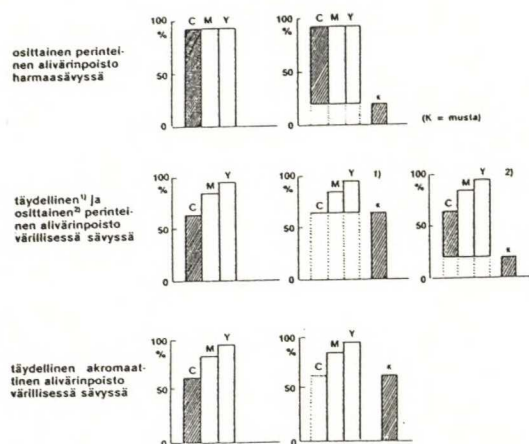


Kuva 11. Esimerkki luurankomustan muodostumisesta /40/.

Luurankomustan vastakohta on ns. pitkä musta, jolla tarkoitetaan koko sävyalueella painavaa mustaa osaväriä. Harvoin mustaa kuitenkaan painetaan koko sävyalueelle. Käytännössä musta osaväri alkaa painaa densiteetiltään jostakin selvästi nollaa suuremmasta mutta maksimaalista kolmiväriharmaata alemmasta tummuudesta lähtien. Silloin yleensä mustan osavärin käyttöön liittyy ns. alivärinpoisto.

Alivärinpoistolla tarkoitetaan värillisten osavärien eli syaanin, magentan ja keltaisen päällekkäispainatuksen harmaakomponentin korvaamista osittain tai kokonaan mustalla osavärillä. Mustaa osaväriä ja alivärinpoistoa on perinteisesti sovellettu lähinnä vain neutraalien sävyjen reproduktiossa. Useimmiten on lisäksi rajoitettu vain tummiin sävyihin, joiden harmaakomponentista on osa korvattu mustalla osavärillä /40, 57/.

Akromaattinen alivärinpoisto on perinteistä alivärinpoistoa kehittyneempi alivärinpoistomenetelmä. Akromaattinen alivärinpoisto eli vastakkaisvärin vähentäminen on hyvin yksinkertainen prosessi. Kolmiväripainatuksen hallitseva väri tietyssä pisteessä ja vähiten merkitsevä väri määritellään ensin. Vähiten merkitsevä väri on sellainen väri, joka on intensiteetiltään pienin. Tämä vastaväri eli likaava väri korvataan joko osittain tai kokonaan mustalla. Kuvassa 12 on esitetty perinteisen ja akromaattisen alivärinpoiston periaatteet. Alivärinpoiston voimakkuus ilmoitetaan prosentteina, jolloin likaavan osavärin täydellien korvaaminen mustalla osavärillä on täydellinen eli 100% akromaattinen alivärinpoisto. Koska menetelmän hallintaan liittyy kuitenkin joitakin ongelmia, ei 100% akromaattista alivärinpoistoa voida pitää tavoitteellisenä /40, 57/.



Kuva 12. Perinteisen ja akromaattisen alivärinpoiston periaatteet /40/.

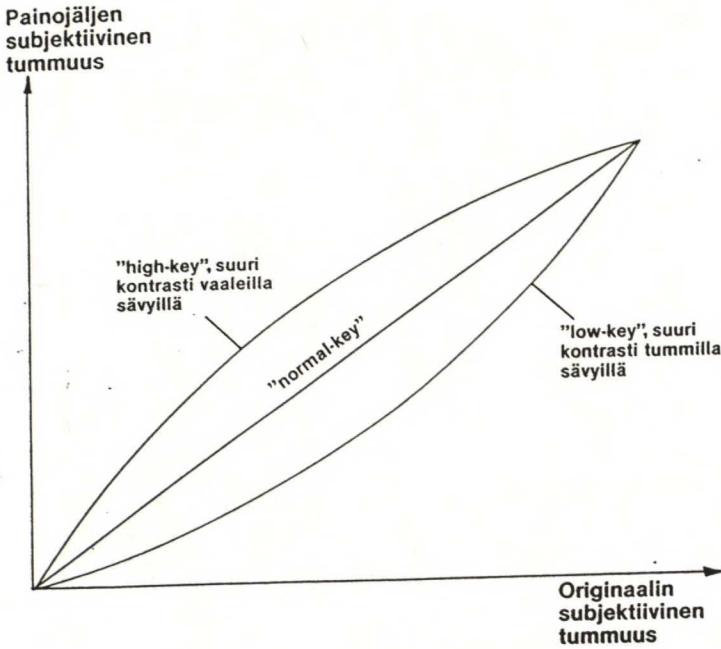
4 LUOKKAJAKO

Kokenut väriammattilainen tuntee tiedostamattaan erilaiset kuvaluokat ja tekee kuville tarvittavat korjaukset alitajuisesti. Tämän työn värioriginaalien luokkajako on tehty seitsemää kokenutta väriammattilaista haastatteleamalla sekä kirjallisuuden pohjalta käytännön reproduktioprosessia mahdollisimman hyvin vastaavaksi /20, 31, 37, 40, 59, 84, haastattelut/.

Ihminen erottaa painokuvissa eroja pääasiassa kolmen osatekijän suhteen. Ne ovat kuvan värisävy, kuvan tummuus tai vaaleus ja kuvan kylläisyys. Lisäksi hän havaitsee kontrastieroja. Sanomalehdille reproduktiossa tehtävät korjailut ovat pääasiassa sävyntoiston säätöä ja kuvan omien värien korostusta vastaväriä poistamalla. Näihin kahteen perussäätöön, sävyalueeseen ja värillisyyteen, perustuu tämän työn luokitus /20, 40, 44, 59, 84/.

Tässä työssä värilliset kuvaoriginaalit jaetaan yhteensä seitsemään luokkaan. Ensin tehdään jako sävyalueen suhteen, jolloin saadaan kolme luokkaa; vaaleat, tummat ja keskisävykuvat. Toisessa luokituksen vaiheessa keskisävykuvat jaetaan värisävyn mukaan viiteen luokkaan; ihmiskuvat, keltasävyiset kuvat, ruskeasävyiset kuvat, vihreäsävyiset kuvat ja sinisävyiset kuvat. Vaaleiden ja tummien kuvien kohdalla ei ole väliä sillä, minkä sävyisiä ne ovat. Niitä ei ole järkevä jakaa useampaan luokkaan värisävyn mukaan, sillä niiden kohdalla on pääasia, että kuviin saadaan kontrastia joko vaaleaan tai tummaan päähän tapauksen mukaan.

Käytännön reproduktiotyössä originaalit voidaan jakaa vaaleutensa ja tummuutensa perusteella kolmeen luokkaan. Näillä kolmella luokalla on kullakin oma tyypillinen sävyntoistokäyrän muoto. Vaaleiksi kuviksi kutsutaan kuvia, joissa vaaleat sävyt sisältävät valtaosan välitettäväksi tarkoitetusta informaatiosta. Niissä on vaaleiden sävyjen osuus noin 70-90% kuvan kaikista sävyistä. Niitä kutsutaan usein käytännössä osuvasti lumikuviksi. Vaaleiden kuvien sävyntoistokäyrä on ns. high-key -muotoa. Kuvissa 2 ja 13 on esitetty erilaiset sävyntoistokäyrän perusmuodot vaaleille, tummille ja keskisävyisille kuville. Niissä kontrasti on suurimmillaan tärkeillä sävyalueilla /20, 37, 40, 59/.



Kuva 13. Erityyppisten originaalien optimaaliset sävyntoistokäyrät /40/.

Vastaavasti tummien kuvien luokan muodostavat ne kuvat, joissa tummat sävyt sisältävät valtaosan kuvan informaatiosta, eli tummien sävyjen osuus on noin 70-90% kuvan kaikista sävyistä. Niille optimaalisin sävyntoistokäyrän muoto on ns. low-key -muotoa, jolla käsitellen originaalikuvien kontrasti saadaan suurimmaksi tummilla sävyillä. Käytännön kielessä tummia kuvia kutsutaan usein yökuviksi /20, 40, 59/.

Keskisävykuvien välittämä tieto on tasaisesti jakautunut koko sävyalueelle. Vaaleiden ja tummien sävyjen osuus on yhtä suuri eli noin 40-60%. Niille optimaalisin sävyntoistokäyrän muoto on ns. normal-key -muotoinen /20, 40, 59/.

Toinen kuvien perusjaottelu tapahtuu kuvien värillisyyden mukaan. Varsinkin ihmisen muistiväreihin on kiinnitetty erityistä huomiota. Värillisyyden suhteen kuvat luokitellaan pääsääntöisesti sen värin mukaan, mitä kuvassa on eniten. Täydellisesti kuvia ei voida kuitenkaan näin luokitella. Useissa tapauksissa kuva on luokiteltava sen värin suhteen, mikä on kuvassa tärkein. Tärkein väri on usein juuri muistiväri, kuten nurmikon vihreä tai taivaan sininen, vaikka se olisikin vain pieni osa kuvaa /78, 40/.

5 KOEJÄRJESTELY

5.1 Testikuvat ja niiden käsittely

5.1.1 Testikuvien määrä ja laatu

Tässä työssä käytettyjä testikuvia on yhteensä 223 kappaletta. Taulukossa 5 on esitetty testikuvien lukumäärät tyyppittäin. Koska testikuva-aineisto on varsin laaja ja edustava, voidaan testeistä saatuja tutkimustuloksia pitää luotettavina.

Taulukko 5. Testikuvamäärät kuvaluokittain.

VAALEAT KUVAT		19
TUMMAT KUVAT		18
KESKISÄVYKUVAT		186
	ihmiskuvat	80
	ruskeat kuvat	15
	keltaiset kuvat	30
	vihreät kuvat	30
	siniset kuvat	31
YHTEENSÄ		223

Teknisesti testikuvat ovat värillisiä paperikuvia. Noin puolet niistä on ammattivalokuvaajien ottamia, erittäin korkeatasoisia kuvia, jotka ovat kooltaan noin 210 mm * 150 mm. Loput testikuvat ovat tavallisia amatöörikuvaajien ottamia noin 150 mm * 100 mm -kokoisia valokuvia. Kaikki kuvat ovat teräviä, eikä niissä ole valotusvirheitä eikä jyrkkiä kontrasteja.

Testikuvien aiheet ovat hyvin vaihtelevia. Vaaleiden kuvien luokassa suurimmassa osassa kuvista on lunta. Tummiin kuvien luokassa on hyvin eri tyyppisiä kuvia, mm. nuotiokuvia, illalla sisävalaistuksessa otettuja ihmiskuvia ja yöllisiä kaupungin silhuettikuvia. Ihmiskuvien luokassa on 40 kappaletta lähikuvia ja 40 kappaletta kokokuvia, joissa luonnollisesti on jokin vaihteleva taustan väritys. Kummassakin ryhmässä on puolet kuvaoriginaaleista sisävalaistuksessa ja puolet ulkovalaistuksessa kuvattuja. Keltasävyisten kuvien luokassa on 16 ruska-aiheista

kuvaa, 4 kuvaa viljapelloista ja 10 kuvaa puhtaasta puupinnasta. Ruskeasävyisten kuvien luokassa on sekalaisia kuvia esimerkiksi hiekasta, puunrungoista ja ruskeista koirista. Vihreäsävyisten kuvien luokka muodostuu erilaisista nurmikko-, viherkasvi- ja metsäkuvista. Sinisävyisten kuvien luokka koostuu lähinnä vesistö- ja taivasaiheisista kuvista. Luonnollisesti useissa kuvissa on monia muistivärielementtejä. Kuvat on kuitenkin luokiteltu niissä tärkeimmässä asemassa olevan värisävyyn tai värikohteen mukaan.

5.1.2 Testikuvien käsittelyssä käytetyt laitteet ja ohjelmat

Testikuvat käsiteltiin DTP-ympäristössä. Koneena käytettiin Applen Macintosh II fx -tietokonetta, joka oli varustettu Raster Ops Trinitron -värinäytöllä.

Testikuvien syötössä käytettiin Sharp JX-450 tasoskanneria. Skannaukset suoritettiin 300 dpi:n tarkkuudella. Kuvat digitoitiin skannerilta Adobe PhotoShop -ohjelman avulla. Kuvat taltioitiin magneto-optiselle levyille noin 3 megabitin (Mbit) kokoisiksi tiedostoiksi TARGA-muotoon resoluutiolla 24 bittiä/pikseli. PhotoShop:ssa kuvien linjatiheydeksi valittiin kuvakoon mukaan 100 ... 130 dpi:tä.

Varsinainen kuvien käsittely suoritettiin Electronics for Imaging Inc.:n (Efi) Cachet-nimisellä värikuvankäsittelyohjelmalla. Cachet pohjautuu värien korjailuun ns. referenssikuvien avulla. Referenssikuvana voidaan käyttää sellaista kuvaa, jonka toistamien värien kaltaisiksi oman korjailtavan kuvan värit halutaan. Referenssikuviiin perustuva värikorjailu tarjoaa monia etuja. Monitoria ei silloin tarvitse kalibroida eikä ympäristön valaistusolosuhteita tarvitse ottaa huomioon. Jos oma korjailtava kuva näytöllä muistuttaa digitaalisessa muodossa näkyvää referenssikuvaa, voidaan luottaa siihen, että kuva on myös painettuna yhtä laadukas, kuin referenssikuvaa Efin referenssikuvakirjassa. Cachet:lle on ohjelmoitu useiden tunnetuimpien tulostimien, painomenetelmien ja -värien ominaisuuksia. Näin ohjelma pystyy ennakoimaan tulostusjälkeä erilaisilla tulostimilla. Cachet tuntee myös tässä työssä tulostimena käytetyn Kodak XL 7700 sublimaatiotekniikkaan perustuvan tulostimen. Käytössä ei kuitenkaan ollut tulostusporttia Cachet:lta Kodakille, joten tulostus tapahtui Photoshop:n kautta. Kodak-tulostimelle luotiin oma asetus, jonka arvot saatiin Kodakin tulostamasta testikuvasta. Kodakin testikuvan väripisteet mitattiin xyY-avaruudessa Gretag SPM 100 -spektrofotometrillä. Arvot syötettiin PhotoShop:iin, joka väriarvojen

perusteella ennakoi Kodakin painojäljen ja pystyi näin suorittamaan tarvittavat vastakorjailuoperaatiot. PhotoShop:iin syötetty väriarvot ovat liitteessä 3.

Cachet-käsittelyä varten testikuvat jouduttiin muuttamaan myös PhotoShop 2.0 -muotoon, sillä Cachet pystyy lukemaan vain Photoshop 2.0 -, TIFF-, PICT- ja RAW-kuvamuotoja. Testikuvat säästettiin kuitenkin myös TARGA-muodossa myöhempiä käyttöä varten.

5.2 Luokkakohtaiset reproduktioparametrit

Seuraavissa kappaleissa on esitelty sanallisesti kuvaluokille optimaaliset luokkakohtaiset korjailuparametrit. Optimaaliset korjailuparametrit on valittu niin, että luokkien tyypillisten kuvaoriginaalien laatu olisi mahdollisimman hyvä. Testattavista kuvista saadaan tasalaatuisia, mutta luonnollisesti kaikkien testikuvien laatu ei ole optimaalinen.

Luokkakohtaiset korjailuparametrit on laadittu kuvaluokille Cachet-värinkäsittelyohjelmassa. Ne on esitetty numeerisessa muodossa liitteessä 3. Cachetissa värikorjailua voidaan tehdä kolmen työkalun avulla, joista kahta käytetään tässä työssä. Valotus ja sävy -paletin (Exposure and Tone Palette) avulla korjaillaan originaalin valotusta ja sävyalueita. Siinä on säätimet kuvaoriginaalin valotukselle, värisuotimen valinnalle, valkoiselle ja mustalle pisteelle, keskisävyille, kontrastille, huippuvalokohdille ja varjoille. Väripaletin (Color Palette) avulla korjaillaan kuvaoriginaalin väriä. Sen avulla voidaan säätää sen värisävyä, kylläisyyttä ja valoisuutta. Kuville tehdyt korjailuparametrit eli korjailutoimenpidejoukot (Scripts) voidaan tallentaa ja lisätä myöhemmin mihin tahansa kuviin.

Kaikkien kuvaluokkien korjailuparametrit ovat originaalikuvan keskisävyisiä alueita keventäviä. Vaaleiden ja tummien kuvien valotuksen ja sävyntoiston parametrit eroavat eniten toisistaan. Kaikilla keskisävykuvilla kyseiset parametrit ovat samaa suuruusluokkaa, mutta niiden värisävyparametrit poikkeavat toisistaan huomattavasti.

5.2.1 Vaaleat kuvat

Eniten valotusta on nostettu vaaleille kuvaoriginaaleille. Valkoisen pisteen säätö on tehty vaaleille kuville siten, että kontrasti vaaleilla sävyillä korostuu eniten. Tämä tarkoittaa sitä, että kuvan lukuisiin vaaleisiin sävyihin tulee suurempia keskinäisiä sävyeroja kuin originaalissa oli. Vain kuvan kirkkaimmat vaaleat alueet säilyvät hyvin valkoisina, muut tulevat hieman tummemmiksi. Mustan pisteen säätö on tehty siten, että kuvan harvat tummat pisteet myös säilyvät hyvin tummina. Keskisävyjä on kevennetty noin 40%, joka on eniten kaikista kuvaluokille tehdyistä kevennyksistä. Samoin kontrasti on vaaleiden kuvien luokassa suurin. Varjokohtia on vaaleilla kuvilla korostettu ainoana luokkana.

Värisäädössä vaaleita kuvia on korostettu hieman lumikuville tyypillisellä sinisellä sävyllä. Tämä johtuu siitä, että lumikuvat näyttävät miellyttävämmältä hieman sinertävinä kuin punertavina. Kylläisyyttä on nostettu 50%, koska korkea kylläisyys edesauttaa vaaleiden sävyjen toistettavuutta /4/. Sävyjen toistettavuuteen auttaa myös värin valoisuuden nosto. Vaaleiden kuvien luokan värien valoisuutta nostettiin 10% eli saman verran kuin lähes kaikissa muissakin luokissa.

5.2.2 Tummat kuvat

Tummien kuvien sävynsäätö tehtiin päinvastaisella tavalla kuin vaaleiden kuvien. Tummissa kuvissa tummien sävyjen kontrastia nostettiin mahdollisimman paljon. Tämä tarkoittaa sitä, että näin kuvan tummille sävyalueille saatiin mahdollisimman paljon eroja. Valkoisen pisteen säädöllä saatiin kuvan harvat vaaleat alueet myös pysymään vaaleina. Keskisävyjä kevennettiin 20%. Kontrasti on hieman pienempi kuin muilla kuvaluokilla. Varjoja ja huippuvalokohtia ei nostettu lainkaan.

Tummien kuvien värisävy säädettiin lievästi keltapunaiseen suuntaan, koska tummat kuvat näyttävät miellyttävältä lämpimän sävyisinä. Kylläisyyttä nostettiin 50%. Värin valoisuuteen ei puututtu lainkaan.

5.2.3 Ihmiskuvat

Ihmiskuvien luokan samoin kuin muiden keskisävyisten luokkien valotuksen ja sävynsäädön korjailuparametrit ovat hyvin saman tapaiset kuin tummien kuvien. Tämä johtuu siitä, että keskisävykuvat toistuvat usein hyvin tummina ja tukkoisina painettuina. Poikkeuksena tummien kuvien luokkaan kaikkien keskisävykuvien luokissa on se, että kuvaoriginaalin varjokohtia on hieman madallettu ja huippuvalokohtia nostettu. Keskisävyisten kuvien valotuksen ja sävyntoiston säätöparametrit ovat aivan saman suuntaiset. Keskinäiset erot ovat hyvin pieniä.

Eniten keskisävykuvuissa eroja toisiinsa nähden on värin säädössä. Ihmiskuvien luokan värisävy on säädetty ihmisen ihon väriä korostavaan keltapunaiseen suuntaan. Kylläisyyttä on nostettu hieman. Kylläisyys ihmiskuvissa on kaikkein pienin kaikista kuvaluokista, koska ihmisen kasvot ovat hyvin herkkä voimakkaalle kylläisyyden nostolle.

5.2.4 Ruskeasävyiset kuvat

Ruskeiden kuvien luokka on käsitelty valotuksen ja sävynsäädön suhteen lähes samalla tavalla kuin ihmiskuvien luokka. Värisäädössä ruskeat kuvat on korostettu lämpimällä punaisella sävyllä. Kylläisyys on hyvin korkea, koska esimerkiksi hiekkakuvat näyttävät silloin erittäin hyviltä.

5.2.5 Keltasävyiset kuvat

Keltaiset kuvat on käsitelty kuten muutkin keskisävykuvat valotuksen ja sävyntoiston säädön suhteen. Värisäädössä keltaiset kuvat on korostettu punakeltaisella sävyllä, jolloin keltaiset kuvakohteet kuten puupinta, viljapelto ja ruskamaisema tulevat kauniisti esille. Keltaisten kuvien kylläisyys on säädetty hyvin korkeaksi. Kylläisyyden näkeminen vaihtelee näkyvän valon eri alueilla. Noin 570 nm tuntumassa olevat värit havaitaan yleensä vähiten kylläisinä, siksi tällä keltaisen alueella tarvitaan suurempi muutos kylläisyyteen, jotta se havaitaan /4, 17/.

5.2.6 Vihreäsävyiset kuvat

Vihreiden kuvien luokka on käsitelty kuten muutkin keskisävykuvat valotuksen ja sävyntoiston säädön suhteen. Värisäädössä vihreät kuvat on korostettu vihreällä sävyllä. Kylläisyys on hieman alhaisempi kuin keltaisissa ja ruskeissa kuvissa.

5.2.7 Sinisävyiset kuvat

Siniset kuvat on käsitelty kuten muutkin keskisävykuvat valotuksen ja sävyntoiston säädön suhteen. Värisäädössä siniset kuvat on korostettu sinisellä sävyllä. Kylläisyys on samaa luokkaa kuin vihreissä kuvissa.

5.3 Luokkajaon testaus

5.3.1 Visuaalisen laadun mittaus numeerisen pisteytyksen menetelmällä

Tässä työssä tehtyjen luokkakohtaisten korjailuparametrien optimaalisuutta ja luokkajaon hyvyttä mitataan visuaalisesti pisteytysmenetelmällä. Testihenkilö antaa numeerisella asteikolla vastauksen kysymykseen, onko kuva hänen mielestään miellyttävä. Asteikko on seuraavanlainen:

- 1 erittäin epämiellyttävä
- 2 epämiellyttävä
- 3 ei erityisen epämiellyttävä, muttei erityisen miellyttäväkään; neutraali
- 4 miellyttävä
- 5 erittäin miellyttävä

Kokonaislaatuluku yksittäiselle kuvalle on yksinkertaisin vaihtoehto, mutta saattaa helposti johtaa tulosten virhetulkintaan. Sama arvosana ei tee kahdesta kuvasta samanlaatuista. Toisessa kuvassa saattaa olla virhettä sävyntoiston ja toisessa värintoiston suhteen. Tulosten tulkinnassa on oltava tarkkaavainen siitä, mistä syystä missäkin tapauksessa mikäkin arvosana johtuu.

5.3.2 Testihenkilö

Testikuvia arvioimaan valittiin yksi testihenkilö, joka on tämän diplomityön tekijä. Näin yksinkertaistettiin testitulosten tulkintaa. Useista erilaisista, toisistaan poikkeavista arviointituloksista yhden keskiarvoisen tulkinnan tekeminen olisi ollut erittäin arveluttavaa, sillä erot ihmisten yksilöllisessä värinäkemisessä ja mieltymyksissä ovat suuret /4, 9, 38, 40, 53, 54, 79, 80/.

Jos testihenkilöitä olisi ollut enemmän kuin yksi, olisi heitä silloin pitänyt olla huomattavan monta, jotta tulkinnasta olisi tullut luotettava. Usean testihenkilön vaivaaminen näinkin suuren kuvamäärän (223 kuvaa * 7 luokkakohtaista reproduktioparametria = 1561 kuvaa) arvoimiseen ei tullut kysymykseen. Toisaalta taas yhden testihenkilön arviointitulokset ovat erittäin subjektiivisia, ja voidaan pohtia, ovatko nekään yksiselitteisen oikeita. Koska visuaalisen laadun mittaamisessa ei yksiselitteistä oikeaa ratkaisua ole olemassa, päädyttiin yhteen testihenkilöön, jolla on hyvä visuaalinen herkkyys ja aikaisempaa kokemusta värikuvista.

6 TESTITULOKSET

Testitulosten tulkinta on suoritettu laskemalla erilaisten kuvaoriginaaliluokkien, niiden yhdistelmien ja osajoukkojen saamista arvosanoista keskiarvot korjailuparametriluokittain. Originaalikuvien saamat arvosanat eri korjailuparametreilla käsitellen, edellä mainitut keskiarvot ja korjailuparametrien saamat sijoitukset ovat liitteissä 4 - 22.

Vaaleiden kuvien luokassa testitulos oli ennako-odotusten mukaisesti selkeä. Vaaleille kuville tehdyillä reproduktioparametreilla käsiteltynä vaaleat kuvat toistuivat miellyttävimpinä. Toiseksi parhaiten miellyttävyyssjärjestyksessä sijoittui sinisävyisille kuvaoriginaaleille luodut korjailuparametrit. Kolmanneksi nousivat vihreiden kuvien parametrit, jotka ovat kuten sinisetkin, värisävyltään kylmiä. Viimeisinä tulivat ruskeiden, keltaisten, tummien ja ihmiskuvien korjailuparametrit, jotka kaikki olivat lämpimän sävyisiä. Reproduktioparametrien saamat arvosanat, keskiarvot ja sijoitukset vaaleille kuville löytyvät liitteestä 4.

Tummien kuvien luokassa tulos oli myös selkeä. Tummit kuville tarkoitetut reproduktioparametrit olivat parhaat. Seuraavaksi tulivat muut lämpimän sävyiset parametrit, sitten kylmät sininen ja vihreä ja viimeiseksi vaaleiden kuvien reproduktioparametrit. Arvot löytyvät liitteestä 5.

Ihmiskuvien luokassa ilmeni tulosten perusteella tarvetta jakaa luokka kahteen alaluokkaan. Toisen alaluokan muodostavat selkeästi normaali vaalea ja hyvin kalpea ihon väri. Toisen alaluokan muodostavat päivettynyt ja punakka ihon väri. Vaaleampaan ihon väriin sopivat paremmin lämmittävät punertavat korjailuparametrit (liitteet 6 - 8), kun taas tummempaan ja punakampaan ihon väriin sopivat paremmin kylmät sinisen ja vihreän korjailuparametrit (liitteet 9 - 11).

Ihmiskuvien luokassa tulee eroja myös kuvakoon mukaan. Lähikuvat ihmisistä ovat miellyttävimpiä lämpimillä ihmiskuvien parametreilla käsiteltyinä. Seuraavaksi tulevat kylmät parametrit ja sitten vasta muut lämpimät parametrit (liite 12). Kokokuvilla tilanne on toisin päin. Niukasti miellyttävin tulos tulee kylmillä korjailuparametreilla käsitellen, seuraavaksi tulee ihmiskuvien omat parametrit ja sitten muut lämpimät korjailuparametrit (liite 13). Tulos ei ole yksiselitteinen, koska kuvia ei ole kokojaottelussa eroteltu enää ihon värisävyyn

mukaan. Näyttää kuitenkin siltä, että ihmiskuvissa riittää, kun ne jaotellaan ihon värisävyn mukaan. Jo tällä hienojaottelulla päästään useimpien kuvien kohdalla erittäin miellyttävään lopputulokseen. Liitteessä 14 on laskettu arvosanat, keskiarvot ja sijoitukset kaikille 80 ihmiskuvaoriginaalille yhteensä ilman mitään hienojaottelua.

Sekä ruskeiden että keltaisten kuvien luokkien tulokset ovat hyvin samanlaiset. Niissä kumassakin ruskeasävyisille ja keltasävyisille kuvaoriginaaleille tarkoitetut reproduktioparametrit ovat selkeästi miellyttävimmät (liitteet 15 ja 16). On selkeää, että nämä kaksi luokkaa yhdistetään. Liitteessä 17 on laskettu arvot ruskeiden ja keltaisten kuvien yhdistelmälle.

Myös vihreiden ja sinisten kuvaoriginaalien luokkien tulokset ovat saman suuntaiset, eivät tosin yhtä selkeästi kuin ruskeiden ja keltaisten kuvien luokilla (liitteet 18 ja 19). Nämä kaksi kuvaluokkaa tulisi yhdistää myös siitä syystä, että niissä esiintyvät kuvaelementit ovat väreiltään hyvin samankaltaisia, mieltymyksistä riippuen joskus jopa samat. Eli veden väri mielletään joskus siniseksi, joskus vihreäksi, ja toisaalta taivas mielletään selkeän siniseksi ja metsä ja ruoho vihreiksi, vaikka ne eivät niitä aina todellisuudessa olisikaan. Taivas on todellisuudessa usein harmaa, ruoho keltaista ja metsä niin tumman vihreä, että se näyttää melkein siniseltä. Optimaaliset korjailuparametrit vihreiden ja sinisten kuvien luokalle olisivat sellaiset, että ne korostavat vihertävän sinistä värisävyä. Liitteessä 20 on laskettu vihreiden ja sinisten kuvien yhdistelmän saamat arvosanat, keskiarvot ja sijoitukset luokkakohteisesti.

Mielenkiintoista on, että vaaleiden ihmiskuvien ja ruskeiden ja keltaisten kuvien luokat ovat hyvin lähellä toisiaan korjailuparametreissa. Ruskeiden ja keltaisten kuvien reproduktioparametreissa värikylläisyys on huomattavasti suurempi kuin ihmiskuvien luokassa. Ihmiskuvien kohdalla on epämiellyttävää, jos ne toistuvat vahvan keltapunaisina liian voimakkaan kylläisyyden johdosta. Optimaaliset korjailuparametrit vaaleiden ihmiskuvien ja ruskeiden ja keltaisten kuvien luokkien yhdistelmälle olisivat muuten samanlaiset kuin tässä työssä keltaisten kuvien luokalle laaditut parametrit, mutta niissä värikylläisyys olisi alempi. Keltaisten kuvien luokka on korostettu kelta-punaisella värisävyllä. Ruskeiden ja keltaisten kuvien luokan parametrien kylläisyyden lasku ei ole yhtä dramaattinen muutos kuin ihmiskuvien luokan parametrien kylläisyyden nosto. Liitteessä 21 on

vaaleiden ihmiskuvien ja ruskeiden ja keltaisten kuvien luokkien yhdistelmän luokkakohtaisten parametrien saamat arvosanat, keskiarvot ja sijoitukset.

Sama kuin edellä vaaleiden ihmiskuvien, ruskeiden ja keltaisten kuvien luokkien kohdalla, pätee myös punakoiden ihmiskuvien ja vihreiden ja sinisten kuvien luokkiin. Niiden korjailuparametrit ovat hyvin toistensa kaltaisia. Nämä luokat voidaan yhdistää toisiinsa jopa helpommin kuin vaaleiden ihmiskuvien, ruskeiden ja keltaisten kuvien luokat, koska näissä kylläisyserot ovat pienemmät. Liitteessä 22 on laskettu arvosanat, keskiarvot ja sijoitukset punakoiden ihmiskuvien ja vihreiden ja sinisten kuvien luokkien yhdistelmälle.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimustulosten perusteella värioriginaalikuvat voidaan jakaa neljään luokkaan värikorjailua varten. Luokat ovat seuraavat:

VAALEAT KUVAT

TUMMAT KUVAT

LÄMMINSÄVYISET KUVAT

KYLMÄSÄVYISET KUVAT

Vaaleiden kuvien luokkaan kuuluvat kaikki sellaiset kuvat, joissa vaaleiden sävyjen osuus on noin 70-90% kuvan kaikista sävyistä. Tummiin kuvien luokkaan kuuluvat vastaavasti kaikki ne kuvat, joissa tummien sävyjen osuus on noin 70-90% kuvan kaikista sävyistä. Keskisävyiset kuvat jaetaan kahteen luokkaan, lämmi- ja kylmänsävyisiin. Lämmisävyisiin kuviin kuuluvat kaikki sellaiset kuvat, joissa kuvakohteet ovat punaisen ja keltaisen sävyisiä, sekä sellaiset kuvakohteet, kuten kalpeat, vaaleaihoiset ihmiskuvat, jotka tarvitsevat värisävyjen korostusta tai korjausta lämpimien värisävyjen suuntaan. Kylmänsävyisiin kuviin kuuluvat vastaavasti kaikki sellaiset kuvat, joissa kuvakohteet ovat joko sinisen tai vihreän sävyisiä, tai sitten kuvakode, kuten punakka tai hyvin ruskettunut ihmisiho, vaatii värisävyjen korostusta tai korjausta viileään, vihertävän siniseen suuntaan. Kuvaluokkajaon ulkopuolelle jäävät kaikki erikoiskuvat, kuten virheellisesti valotetut kuvat, taidevalokuvat ja muut sellaiset kuvat, joilla ei välttämättä pyritä konservatiiviseen värien korjailuun.

Työn tavoitteet täyttyivät. Luokitus onnistui erinomaisesti. Aikaisemmat tutkimukset värikuvien luokitukselta ovat olleet pienimuotoisempia, eikä niissä ole päästy varsinaiseen värikuvaluokkakajaan /37, 78/.

Tässä työssä löydetty kuvaoriginaaliluokkakajo on luotettava pohja automaattireproduktion jatkokehitykselle. Seuraavassa, tähän työhön kuulumattomassa vaiheessa määritellään neuraaliverkkolaskennan avulla matemaattinen malli tässä työssä löydetylle luokitukselle.

9 YHTEENVETO

Tässä työssä tehty värioriginaalikuvien luokitus perustui kirjallisuuteen, useisiin värireproduktioammattilaisten haastatteluihin ja testauksiin. Testaus suoritettiin huomattavan laajalla kuva-aineistolla. Testauksessa testikuvat käsiteltiin seitsemällä erilaisella värikorjailuparametriryhmällä, joista kukin oli luotu otaksutuille, tyypillisille kuvaluokille.

Työn tavoitteet saavutettiin. Luotettava luokkajako värioriginaalikuville löytyi. Luokitus tapahtuu kuvien valaistuksen ja värisävyjen mukaan. Luokkia on neljä: vaaleiden, tummien, lämminsävyisten ja kylmäsävyisten kuvien luokat.

Optimaalinen luokkajako värioriginaalikuville tehostaa värikorjailua ja on askel kohti automaattista reproduktiota.

9 LÄHDELUETTELO

- 1 Aaland, M., Flashy Photo-Graphics. Publish (1989)5. s. 65-67.
- 2 Albers, J., Interaction of Color. Primary Sources, Selected Writings on Color from Aristotele to Albers. Sloane, P. Design Press, New York 1991. s. 215-217.
- 3 Alku, A., One Scanner Applelta Windowsiin. Tietokone (1992)11. s. 91.
- 4 Autio, H., Rasteripainatuksen värinmuodostuminen. Espoo 1991, Teknillinen korkeakoulu, Gen tekniikan laboratorio, Diplomityö. 7 s.
- 5 Back, H., DTP:n käyttö tuotannossa. Kirjapainotaito Graafikko (1990)3. S. 52-55.
- 6 Baumann, K., Do-It-Yourself Color Separations. Publish (1989)5. s. 60-63.
- 7 Burchett, K., E., Color Harmony Attributes. Color Research and Application 16(1991)4. s. 275-278.
- 8 Campbell, A., Graafisen suunnittelijan opas. Helsinki 1986, WSOY. 190 s.
- 9 Eckstein, H., Color in the 21st Century. New York 1991, Watson-Guptill Publications. 144 s.
- 10 Eckstein, H., Four-Color Fundamentals. Publish (1989)5. s. 44-49.
- 11 Edinger Jr., J., R., Color Background in Electrophotographic Prints and Copies. Journal of Imaging Science and Technology 36(1992)3. s 249-255.
- 12 Efi Cachet-ohjelman manuaalit, California 1992, Electronics for Imaging.
- 13 Enlund, N., Sanomalehden sivunvalmistus Kanadassa ja USA:ssa. Kirjapainotaito Graafikko (1991)9. s. 18-22.

- 14 Enlund, N., E., S., Tuotannon hallinta sanomalehden sivunvalmistuksessa. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen sivunvalmistusseminaari 27.5.1993. -valokuvaajat ja auktoriteetit-
- 15 Fairchild, M., D., The CIE 1931 Standard Colorimetric Observer: Mandatory Retirement at Age 65?. Color Research and Application 18(1993)2, S. 129-134.
- 16 Feininger, A., The Complete Colour Photographer. Thames and Hudson, Lontoon 1969. 408 s.
- 17 Field, G., G., Color and Its Reproduction. Pittsburgh 1988, Graphic Arts Technical Foundation. 379 s.
- 18 Foley, J., D., Van Dam, A., Fundamentals of Interactive Computer Graphics. Addison-Wesley Publishing Company, Reading 1982. 664 s.
- 19 Frost, B., A., The Gray Component Replacement - a New Trend in Color Reproduction. TAGA Proceedings 1986. S. 394-401.
- 20 Germundson, L., Olsson, B., Bilden i tryck. Reprokunskap för grafiker, trycksaksbeställare, fotografer och andra bildanvändare. Halmstad 1990. Bokförlaget Spektra AB. 238 s.
- 21 Gschwind, R., Baumann, E., Hofmann, R., Optimum Reproduction of Colour Photographs by Digital Image Processing. The Journal of Photographic Science 38(1990)4&5, S. 98-100.
- 22 Gutman, C., Adobe on solminut sopimuksen EFI:n kanssa. Kirjapainotaito Graafikko (1991)4. s. 28-29.
- 23 Haapa-Aho, E., Kuvittele se väreissä. Mac Maailma (1990)5. s. 16-22.
- 24 Haapalainen, A., Automaattista kuvanlukua - Ofoto 1.01. Mikro PC (1992)12. s. 8.

- 25 Haneishi, H., Miyata, K., Yaguchi, H., Miyake, Y., A New Method for Color Correction in Hardcopy from CRT Images. *The Journal of Imaging Science and Technology* 37(1993)1, S. 30-36.
- 26 Heikola, I., Tuotantopainatuksen värillisyyden muodostumisen selvitys värillisyyden spesifiointia varten. Espoo 1989, Teknillinen korkeakoulu, Graafisen tekniikan laboratorio, Diplomityö. 132 s.
- 27 Hundertmark, J., *Picture Success*. Publish (1992)7, s. 52-58.
- 28 Hunt, R., W., G., *Measuring Colour*. Toinen painos, West Sussex 1991, Ellis Horwood Limited. 313 s.
- 29 Hunt, R., W., G., *The Physiological Basis of a Model of Colour Vision and its Applications in Colour Reproduction*. *The Journal of Photographic Science* 38(1990)4&5, S. 105-108.
- 30 Hunt, R., W., G., *Procedures for Using a Revised Colour Appearance Model*. *The Journal of Photographic Science* 38(1990)4&5, S. 109-113.
- 31 Hunt, R., W., G., Pitt, I., T., Winter, L., M., *The Preferred Reproduction of Blue Sky, Green Grass and Caucasian Skin in Colour Photography*. *The Journal of Photographic Science* 22(1974)3, S. 144-150.
- 32 Hämäläinen, K., DTP-värireproduktio - myytti vai todellisuutta?. *Kirjapainotaito Graafikko* (1990)4. s. 28-37.
- 33 Hämäläinen, K., *Värien käsittely desktop publishing -järjestelmällä*. Espoo 1989, Teknillinen korkeakoulu, Graafisen tekniikan laboratorio, Diplomityö. 98 s.
- 34 Judd, D., B., Wyszecki, G., *Color in Business, Science and Industry*. Kolmas painos, New York 1975, John Wiley & Sons, Inc.. 553 s.
- 35 Juhola, H., Linna, H., Tepponen, T., *Painamisen hallinta*. Vantaa 1988, Valtion painatuskeskus. 239 s.

- 36 Jung, E., J., Winkelmann, H., Bestmann, G., Use of Image Analysis and Colorimetric Calibration for Automatic Setting of Scanner- and Reproduction-parametres. 44th Annual TAGA Conference. Vancouver, Canada, 5-8 April 1992; TAGA Proc. 1992. Rochester 1992, Technical Association of the Graphic Arts (TAGA). S. 161-178. (Helenen TAGA 1992-kirja)
- 37 Kruse, B., Automatiserad bildklassificering, Linköping 27.3.1992, Universitet i Linköping, Institutionen för systemteknik, Image Processing laboratory, projektihakemus Nordisk Industrifondille, julkaisematon. 4 s.
- 38 Kuehni, R., G., Color: Essence and Logic. New York 1983, Van Nostrand Reinhold Company. 138 s.
- 39 Kuehni, R., G., Computer Colorant Formulation. Lexington Books, D.C. Heath and Company, Lexington 1975.
- 40 Laihanen, P., Digitaalisen painokuvan värireproduktio väriopilliselta kannalta tarkasteltuna. Espoo 1988, Teknillinen korkeakoulu, tutkimusraportti 9. 110 s.
- 41 Langford, M., J., Advanced Photography. Lontoo 1980, Focal Press Limited. 355 s.
- 42 Larish, J., J., Understanding Electronic Photography. TAB Professional and Reference Books, Blue Ridge Summit 1990. 271 s.
- 43 Leppänen, T., Colorimetric Method for Image Analysis. Graphic Arts in Finland 17(1988)2. S. 3-6.
- 44 Leppänen, T., Sanomalehden digitaaliselle värireproduktiolle asetettavat vaatimukset. Espoo 1988, Teknillinen korkeakoulu, Graafisen tekniikan laboratorio, Diplomityö. 154 s.
- 45 Lindley, C., A., Practical Image Processing in C. New York 1991, John Wiley & Sons, Inc.. 554 s.

- 46 Lundberg, P., Är Cachet en värdig utmanare till Photoshop?. Uttryck 93. s. 43-44.
- 47 Metsämäki, M., Kuvankäsittelyn peruspaketti. Mikro PC 1993/6-7. s. 50-53.
- 48 Metsämäki, M., Uuden sukupolven kuvaohjelmistot. Mikro PC (1990)7. s. 78-80.
- 49 Miit, E., Ihmeellinen maalari. Tallinna 1971, Eesti Raamat. 35 s.
- 50 Miyake, Y., Saitoh, H., Yaguchi, H., Tsukada, N., Facial Pattern Detection and Colour Correction from Television Picture for Newspaper Printing. The Journal of Imaging Technology 16(1990)5. s. 165-169.
- 51 Miyake, Y., Seidel, K., Tomamichel, F., Colour and Tone Corrections of Digitized Colour Pictures. The Journal of Photographic Science 29(1981)3. s. 111-118.
- 52 Niblack, W., Flickner, M., Find Me the Pictures That Look Like This: IBM's Image Query Project. Advanced Imaging 8(1993)4. s. 32-35.
- 53 Oittinen, P., Saarelma, H., Kuvatekninen laatu. Espoo 1992, Otatieto, n:o 881. 141 s.
- 54 Padgham, C., A., Saunders, J., E., The Perception of Light and Colour. G. Bell & Sons Ltd., London 1975. 192 s.
- 55 Pennanen, E., Uudet tuotantokonseptit käytössä vaiko vain käytettävissä?. Kirjapainotaito Graafikko (1993)1. s. 34-35.
- 56 Porvari, M., Oikotie onneen - värikuvien korjailu helpoksi. Julkaisujärjestelmät '93, Tietokoneavusteisen julkaisutoiminnan vuosikirja. s. 12-16.

- 57 Ruokosuo, N., Akromattisen reproduktion soveltaminen ja optimointi sanomalehtitekniikkaan. Espoo 1989, Teknillinen korkeakoulu, Graafisen tekniikan laboratorio, Diplomityö. 70 s.
- 58 Saarelma, H., Oittinen, P., Automatic Picture Reproduction. Graphic Arts in Finland 22(1993)1. S. 3-11.
- 59 Saarelma, H., Oittinen, P., Graafisen tekniikan perusteet. Espoo 1988, Otatieto, n:o 513. 212 s.
- 60 Saarelma, H., Oittinen, P., Interrelations of Print Noise and Colour Reproduction. Graphic Arts in Finland 21(1992)3. S. 3-9.
- 61 Saarelma, H., Oittinen, P., Kuvatekniikan perusteet. Espoo 1986, Otatieto, n:o 842. 101 s.
- 62 Saarelma, H., Oittinen, P., Requirements for Digital Image Signals in Printing Reproduction. Graphic Arts in Finland 21(1992)2. S. 3-7.
- 63 Saarelma, H., Oittinen, P., Laihanen, P., Mäki, S., Leppänen, T., Sanomalehden digitaalinen värireproduktio projektityhteenaveto. Espoo 1989, Teknillinen korkeakoulu, Graafisen tekniikan laboratorio, tutkimusraportti 15. x s.
- 64 Sahivirta, J., Värinkorjailulaskenta tunnettujen värikohteiden ohjaamina. Espoo 1987, Teknillinen korkeakoulu, Graafisen tekniikan laboratorio, diplomityö. 93 s.
- 65 Sakhuja, S., Dayton, L., Hunt, E., Thompson, K., Digital Color Prepress volume 2. Mt. Prospect 1991, Agfa Corporation. 32 s.
- 66 Schowengerdt, R., A., Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing. New York 1983, Academic Press Inc.. 249 s.
- 67 Sirén, A., Värinhallinnan ja kuvankäsittelyn tuotteet Seybold-seminaarissa. GT-lehti (1993)3. s. 13-14.

- 68 Sturge, J., M., Neblette's Handbook of Photography and Reprography. Seitsemäs painos, New York 1977, Van Nostrand Reinhold Company. 641 s.
- 69 Svensson, G., Elämä täynnä haasteita. Kirjapainotaito Graafikko (1991)4. s. 26-27.
- 70 Svensson, G., Väriä joka työpisteeseen. Kirjapainotaito Graafikko (1991)4. s. 22-25.
- 71 Södergård, C., Back, H., Glödstaf, H., Glödstaf, K., Nikulin, H., Yläkoski, I., Elektronisk bildbehandling - databehandling, bildbehandling, inmatning och utmatning. Nordisk Avisteknisk Samarbetsnämnd, Tukholma 1992. 176 s.
- 72 Thornton, W., A., Thornton Replies. Color Research and Application 18(1993)2, S. 134-136.
- 73 Tiiro, S., Pienet aikakauslehdet innokkaita kokeilijoita - Aikakauslehtien konetaito yleistyy nopeasti. Kirjapainotaito Graafikko (1992)2. s. 18-19.
- 74 Toimitustilasto 1986-87. Espoo 1987, Sanomalehtien Liitto, VTT-Graafinen laboratorio.
- 75 Toimitustilasto 1988-89. Espoo 1989, Sanomalehtien Liitto, VTT-Graafinen laboratorio.
- 76 Toimitustilasto 1990-91. Espoo 1991, Sanomalehtien Liitto, VTT-Graafinen laboratorio.
- 77 Toimitustilasto 1992. Espoo 1993, Sanomalehtien Liitto, VTT-Graafinen laboratorio.
- 78 Tominaga, S., Color Classification of Natural Color Images. Color Research and Application 17(1992)4. s. 230-239.

- 79 Tyrrell, A., Basics of Reprography. Focal Press Limited, London 1972. 243 s.
- 80 Wasserman, G., S., Color Vision. John Wiley & Sons, Inc., New York 1978. 224 s.
- 81 Watson, A., B., Barlow, H., B., Robson, J., G., What does the eye see best?. Nature 302(1983)5907. s. 419-422.
- 82 Widman, J., The Full-Color Desktop. Publish (1989)5. s. 50-59.
- 83 Wood, C., A., Jacobson, R., E., Attridge, G., G., Minimum Perceptible Differences in the Colour Reproduction of Photographic Prints in Colour Appearance Terms. The Journal of Photographic Science 38(1990)4&5, S. 101-104.
- 84 Würgler, D., Painokuvan PCP-säätötekniikka vastaa inhimillistä kuvien näkemistä. Deutscher Drucker (1988)5. s. x-x.
- 85 Wyszecki, G., Stiles, W., S., Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae. Toinen painos. New York 1982, John Wiley & Sons, Inc.. 950 s.
- 86 Xu, L., Holub, R., Color Spaces for Image Representation and Image Processing. 44th Annual TAGA Conference. Vancouver, Canada, 5-8 April 1992; TAGA Proc. 1992. Rochester 1992, Technical Association of the Graphic Arts (TAGA). S. 114-138. (Helenen TAGA 1992-kirja)
- 87 Ylä-Sahra, P., Akromattisen värireproduktion soveltaminen ja optimointi sanomalehtituotantoon. Espoo 1987, Teknillinen korkeakoulu, Graafisen tekniikan laboratorio, Diplomityö. 75 s.
- 88 Yule, J., A., C., Principles of Color Reproduction. New York 1967, John Wiley & Sons, Inc.. 411 s.

HAASTATTELUT

- 1 Hyvärinen, Arto, työnjohtaja (reproduktio), Kymen Viestintä, 15.4.1993.
- 2 Kuusisto, Markku, reproduktiotyöntekijä, skannerioperaattori, Helsingin Sanomat, 19.5.1993.
- 3 Kyllästinen, Erkki, reproduktiotyöntekijä, skannerioperaattori, Reprostudio Luomanen & Raunio, 11.5.1993.
- 4 Pietilä, Urho, toimitusjohtaja, Pressfoto Oy, 21.5.1993.
- 5 Raunio, Timo, toimitusjohtaja, Reprostudio Luomanen & Raunio, 15.6.1992.
- 6 Suhonen, Ari, työnjohtaja (reproduktio), Reprostudio Luomanen & Raunio, 11.5.1993.
- 7 Tallquist, Risto, reproduktiotyöntekijä, skannerioperaattori, Reprostudio Luomanen & Raunio, 11.5.1993.

LIITE 1.

KOUVOLAN SANOMIEN VÄRIKUVAOSUUDET VIIKON AIKANA MARRASKUUSSA 1992				
	KUVIA YHTEENSÄ	VÄRIKUVIA	MV-KUVIA	VÄRIKUVIEN OSUUS KAIKISTA KUVISTA
ma 23.11.1992	67	15	52	22%
ti 24.11.1992	43	6	37	14%
ke 25.11.1992	74	10	64	14%
to 26.11.1992	60	8	52	13%
pe 27.11.1992	76	23	53	30%
la 28.11.1992	55	11	44	20%
su 29.11.1992	55	9	46	16%
KUVIA/VIIKKO	430	82	348	19%

LIITE 2.

KODAK XL 7700:N TULOSTAMIEN VÄRIEN ARVOT SPEKTROFOTOMETRILLÄ MITATTUN				
		x	y	Y
PUNAINEN	R	0,47142	0,3286	23,716
VIHREÄ	G	0,32118	0,45718	43,794
SININEN	B	0,24902	0,20074	19,566
SYAANI	C	0,22918	0,28752	52,502
MAGENTA	M	0,34938	0,21964	26,324
KELTAINEN	Y	0,43922	0,45868	70,678
MUSTA	K	0,36742	0,30302	0,518
VALKOINEN	W	0,31096	0,32504	90,782

VÄRIORIGINALIKUVIEN LUOKKAKOHTAISET REPRODUKTIOPARAMETRIT								
		VAALEAT	TUMMAT	IHMIS-	RUSKEAT	KELTAISET	VIHREÄT	SINISET
		KUVAT	KUVAT	KUVAT	KUVAT	KUVAT	KUVAT	KUVAT
VALOTUKSEN JA	Valotus	80	50	30	30	30	30	30
SÄVYNTOISTON	Värisuodin	ei	ei	ei	ei	ei	ei	ei
SÄÄTÖ	Valkoinen piste	-30	40	40	30	30	30	30
	Musta piste	30	-30	-40	-30	-30	-30	-30
	Keskisävyt	40	20	20	20	20	20	20
	Kontrasti	40	10	30	30	30	30	30
	Huippuvalokohdat	20	0	10	20	20	20	20
	Varjot	10	0	-10	-10	-10	-10	-10
VÄRINSÄÄTÖ	Värisävy	sininen	keltapunainen	keltapunainen	punainen	punakeltainen	vihreä	sininen
	Kylläisyys	50	50	30	70	70	40	50
	Valoisuus	10	0	10	10	10	10	10

LIITE 4.

ARVOSANAT REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ VAALEILLE KUVILLE								
KUVA	KOHDE	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
andiusva	va + s	1	2	1	2	3	3	1
avalance	va + s + r	2	3	2	4	4	5	1
kavallinmäki	va + m	2	3	3	2	2	3	1
kimmo1	va + i	1	1	1	2	3	5	2
kimmo2	va + i	1	1	1	3	3	5	2
kimmo3	va + i	1	1	1	2	3	4	2
laki	va + s	2	2	2	3	4	5	2
lohkare	va	2	2	1	3	3	4	2
m&m	va + i + r	3	3	3	3	4	4	3
matti	va	3	3	2	3	3	3	2
putous	va + vi	2	3	3	4	4	4	2
railo	va	1	1	1	5	4	4	1
ränni	va + m	1	2	1	3	3	3	1
seisoja	va + r	2	2	2	2	2	2	2
sola	va + m	3	3	3	4	5	5	3
solveig1	va + i	2	2	2	3	4	5	2
solveig2	va + i	2	2	2	3	4	5	2
sorsa	va + r	1	2	3	4	4	4	3
talot	va + m	2	2	2	3	3	3	1
	keskiarvo:	1,79	2,11	1,89	3,05	3,42	4,00	1,84
	sijoitus:	7	4	5	3	2	1	6

ARVOSANAT REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ TUMMILLE KUVILLE								
KUVA	KOHDE	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
caracas	m	2	3	3	2	2	3	3
erkki	m + i	1	1	1	1	1	1	3
jätäkänkynttilä	m + p + k	5	4	4	3	3	3	5
matti	m + i	1	1	1	1	1	1	3
nuotio	m + i	4	3	3	4	4	2	4
ossi	m + i	3	3	3	3	3	2	5
pylväs	m + s	2	3	3	3	4	1	3
sarastus	m + k	4	5	5	3	3	2	4
seisojat	m + r	3	4	4	3	3	4	3
itä	m + s	2	4	3	2	4	4	2
annelie	m + i	5	5	5	4	5	4	5
arja	m + i	2	2	2	3	3	2	4
auto	m + vi	1	1	1	1	1	1	2
eva	m + i	5	4	5	4	3	2	5
marcus	m + i	3	3	3	3	3	1	4
mark	m + i	5	4	5	4	4	2	5
noppe	m + i	2	2	3	3	3	1	4
sofie	m + i	5	3	5	4	4	2	5
	keskiarvo:	3,06	3,06	3,28	2,83	3,00	2,11	3,83
	sijoitus:	3,5	3,5	2	6	5	7	1

ARVOSANAT REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ KALPEILLE IHMISKUVILLE									
KUVA	IHON VÄRI	KOHDE	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
björn	kalpea		5	5	5	2	2	3	5
ingvar	kalpea		5	5	5	3	3	4	4
jenny	kalpea	tumma	3	3	3	2	2	1	4
josefin	kalpea		5	5	5	3	3	2	5
molin	kalpea		5	4	4	3	3	3	4
oliver	kalpea	tumma	3	4	4	2	2	1	5
åke	kalpea		5	5	5	3	3	3	5
åsa	kalpea		5	5	5	3	3	2	5
jonas	kalpea		4	5	3	4	4	2	2
nicke	kalpea		3	3	3	2	2	2	3
victoria	kalpea	tumma	4	4	3	4	4	2	5
david	kalpea		4	5	5	4	3	1	3
flickor	kalpea		3	3	3	2	2	2	2
korsika	kalpea		3	3	3	2	2	1	3
förkyldning	kalpea		4	4	5	4	4	5	4
josefin	kalpea		4	4	4	5	5	3	4
nicke	kalpea		2	2	2	4	4	5	3
		keskiarvo	3,94	4,06	3,94	3,06	3,00	2,47	3,88
		sijoitus:	2,5	1	2,5	5	6	7	4

LIITE 7.

ARVOSANAT REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ NORMAALEILLE IHMISKUVILLE									
KUVA	IHON VÄRI	KOHDE	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
gerhard	normaali		5	4	4	3	3	4	5
marika	normaali		5	5	5	3	3	3	4
marie	normaali	tumma	5	4	3	4	4	3	2
mohawk	normaali		5	4	5	3	3	4	3
barn	normaali		5	3	5	5	5	3	3
fyran	normaali		4	2	4	3	3	1	3
pojkar	normaali		5	5	4	3	3	1	2
polis	normaali		4	5	5	3	3	3	2
alexandra	normaali		4	5	4	4	4	5	2
carola	normaali		4	4	3	2	2	3	3
chippendales	normaali		5	4	4	3	3	3	2
johanna	normaali		5	3	4	5	5	5	4
keps	normaali		5	5	5	5	5	5	4
mössa	normaali		5	5	5	5	5	5	4
rakning	normaali		5	4	4	5	5	4	5
soffa	normaali		5	5	5	4	4	4	5
		keskiarvo:	4,75	4,19	4,31	3,75	3,75	3,50	3,31
		sijoitus:	1	3	2	4,5	4,5	6	7

ARVOSANAT REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ KALPEILLE JA NORMAALEILLE IHMISKUVILLE									
KUVA	IHON VÄRI	KOHDE	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
björn	kalpea		5	5	5	2	2	3	5
gerhard	normaali		5	4	4	3	3	4	5
ingvar	kalpea		5	5	5	3	3	4	4
jenny	kalpea	tumma	3	3	3	2	2	1	4
josefin	kalpea		5	5	5	3	3	2	5
marika	normaali		5	5	5	3	3	3	4
molin	kalpea		5	4	4	3	3	3	4
oliver	kalpea	tumma	3	4	4	2	2	1	5
åke	kalpea		5	5	5	3	3	2	5
åsa	kalpea		5	5	5	3	3	2	5
jonas	kalpea		4	5	3	4	4	2	2
marie	normaali	tumma	5	4	3	4	4	3	2
mohawk	normaali		5	4	5	3	3	4	3
nicke	kalpea		3	3	3	2	2	2	3
victoria	kalpea	tumma	4	4	3	4	4	2	5
barn	normaali		5	3	5	5	5	3	3
david	kalpea		4	5	5	4	3	1	3
flickor	kalpea		3	3	3	2	2	2	2
fyran	normaali		4	2	4	3	3	1	3
korsika	kalpea		3	3	3	2	2	1	3
pojkar	normaali		5	5	4	3	3	1	2
polis	normaali		4	5	5	3	3	3	2
alexandra	normaali		4	5	4	4	4	5	2
carola	normaali		4	4	3	2	2	3	3
chippendales	normaali		5	4	4	3	3	3	2
förkyldning	kalpea		4	4	5	4	4	5	4
johanna	normaali		5	3	4	5	5	5	4
josefin	kalpea		4	4	4	5	5	3	4
keps	normaali		5	5	5	5	5	5	4
mössa	normaali		5	5	5	5	5	5	4
nicke	kalpea		2	2	2	4	4	5	3
rakning	normaali		5	4	4	5	5	4	5
soffa	normaali		5	5	5	4	4	4	5
		keskiarvo:	4,33	4,12	4,12	3,39	3,36	2,97	3,61
		sijoitus:	1	2,5	2,5	5	6	7	4

ARVOSANAT REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ RUSKETTUNEILLE IHMISKUVILLE									
KUVA	IHON VÄRI	ERITYISTÄ:	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
basia	ruskettunut		5	3	3	4	4	3	5
peter	ruskettunut		5	2	2	5	5	4	4
pojarna	ruskettunut		4	3	3	4	4	2	4
bh	ruskettunut		4	2	2	4	5	5	1
gunnel	ruskettunut		4	3	3	5	5	4	2
hat	ruskettunut		5	4	4	4	4	4	3
sametti	ruskettunut		3	2	2	4	4	3	3
stefan	ruskettunut		5	4	3	5	5	3	2
suzanne	ruskettunut		4	2	2	5	5	4	4
malin	ruskettunut		2	3	3	4	4	1	2
mike	neekeri		5	5	5	4	4	1	5
örter	ruskettunut		2	1	2	3	3	2	1
christer	ruskettunut		5	3	3	5	5	3	2
harriet	ruskettunut		4	3	3	5	5	2	4
izabella	ruskettunut		5	3	3	5	5	5	4
lillbabs	ruskettunut	tummasävy	5	3	3	5	5	4	5
lorry	ruskettunut		5	3	3	5	5	5	4
		keskiarvo:	4,24	2,88	2,88	4,47	4,53	3,24	3,24
		sijoitus:	3	6,5	6,5	2	1	4,5	4,5

ARVOSANAT REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ PUNAKOILLE IHMISKUVILLE									
KUVA	IHON VÄRI	ERITYISTÄ:	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
cecilia	punakka		5	3	3	4	4	3	5
helenä	punakka		5	3	3	4	4	5	5
jesper	punakka		5	3	3	4	4	2	5
mats	punakka	punasävy	3	2	2	5	5	4	4
niclas	punakka		5	3	3	4	4	2	4
roland	punakka		5	3	3	4	4	3	5
sören	punakka		3	2	2	4	4	2	3
daniel	punakka	tumma	4	1	1	5	5	1	2
ernst	punakka		5	3	3	5	5	4	3
gösta	punakka		5	2	2	5	5	5	2
kasten	punakka		3	3	5	3	3	2	2
lars	punakka		4	2	2	5	5	3	2
lo	punakka	tumma	3	2	1	5	5	4	2
stig	punakka		5	3	3	5	5	5	3
stikkan	punakka	tumma	5	3	3	5	5	3	4
ulf	punakka		4	2	2	5	5	5	4
co	punakka		5	2	4	3	3	2	3
family	punakka		3	2	3	4	5	2	2
jonna	punakka		2	1	2	4	4	2	1
mikael	punakka		4	2	4	5	5	4	2
reppu	punakka		2	1	1	4	4	1	1
ritsa	punakka		5	1	1	4	4	3	1
samuel	punakka		4	3	3	5	5	2	1
sören	punakka		3	1	2	4	4	3	1
åke	punakka		5	2	2	5	5	3	2
jones	punakka		5	3	3	5	5	3	4
katt	punakka		3	2	2	5	5	5	5
mustasch	punakka		5	2	2	5	5	5	5
stövlar	punakka	punasävy	5	4	4	5	5	5	5
		keskiarvo:	4,14	2,28	2,55	4,48	4,52	3,21	3,03
		sijoitus:	3	7	6	2	1	4	5

ARVOSANAT REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ PUNAKOILLE JA RUSKETTUNEILLE IHMISKUVILLE									
KUVA	IHON VÄRI	ERITYISTÄ:	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
basia	ruskettunut		5	3	3	4	4	3	5
cecilia	punakka		5	3	3	4	4	3	5
helena	punakka		5	3	3	4	4	5	5
jesper	punakka		5	3	3	4	4	2	5
mats	punakka	punasävy	3	2	2	5	5	4	4
niclas	punakka		5	3	3	4	4	2	4
peter	ruskettunut		5	2	2	5	5	4	4
pojarna	ruskettunut		4	3	3	4	4	2	4
roland	punakka		5	3	3	4	4	3	5
sören	punakka		3	2	2	4	4	2	3
bh	ruskettunut		4	2	2	4	5	5	1
daniel	punakka	tumma	4	1	1	5	5	1	2
ernst	punakka		5	3	3	5	5	4	3
gunnel	ruskettunut		4	3	3	5	5	4	2
gösta	punakka		5	2	2	5	5	5	2
hat	ruskettunut		5	4	4	4	4	4	3
kasten	punakka		3	3	5	3	3	2	2
lars	punakka		4	2	2	5	5	3	2
lo	punakka	tumma	3	2	1	5	5	4	2
sametti	ruskettunut		3	2	2	4	4	3	3
stefan	ruskettunut		5	4	3	5	5	3	2
stig	punakka		5	3	3	5	5	5	3
stikkan	punakka	tumma	5	3	3	5	5	3	4
suzanne	ruskettunut		4	2	2	5	5	4	4
ulf	punakka		4	2	2	5	5	5	4
co	punakka		5	2	4	3	3	2	3
family	punakka		3	2	3	4	5	2	2
jonna	punakka		2	1	2	4	4	2	1
malin	ruskettunut		2	3	3	4	4	1	2
mikael	punakka		4	2	4	5	5	4	2
mike	neekeri		5	5	5	4	4	1	5
reppu	punakka		2	1	1	4	4	1	1
ritsa	punakka		5	1	1	4	4	3	1
samuel	punakka		4	3	3	5	5	2	1
sören	punakka		3	1	2	4	4	3	1
åke	punakka		5	2	2	5	5	3	2
örter	ruskettunut		2	1	2	3	3	2	1
christer	ruskettunut		5	3	3	5	5	3	2
harriet	ruskettunut		4	3	3	5	5	2	4
izabella	ruskettunut		5	3	3	5	5	5	4
jones	punakka		5	3	3	5	5	3	4
katt	punakka		3	2	2	5	5	5	5
lillbabs	ruskettunut	tumma	5	3	3	5	5	4	5
lorry	ruskettunut		5	3	3	5	5	5	4
mustasch	punakka		5	2	2	5	5	5	5
stövlar	punakka	punasävy	5	4	4	5	5	5	5
		keskiarvo:	4,17	2,50	2,67	4,48	4,52	3,22	3,11
		sijoitus:	3	7	6	2	1	4	5

ARVOSANAT REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ LÄHI-IHMISKUUVILLE									
KUVA	IHON VÄRI	ERITYISTÄ:	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
basia	ruskettunut		5	3	3	4	4	3	5
björn	kalpea		5	5	5	2	2	3	5
cecilia	punakka		5	3	3	4	4	3	5
gerhard	normaali		5	4	4	3	3	4	5
helena	punakka		5	3	3	4	4	5	5
ingvar	kalpea		5	5	5	3	3	4	4
jenny	kalpea	tumma	3	3	3	2	2	1	4
jesper	punakka		5	3	3	4	4	2	5
josefin	kalpea		5	5	5	3	3	2	5
marika	normaali		5	5	5	3	3	3	4
mats	punakka	punasävy	3	2	2	5	5	4	4
molin	kalpea		5	4	4	3	3	3	4
niclas	punakka		5	3	3	4	4	2	4
oliver	kalpea	tumma	3	4	4	2	2	1	5
peter	ruskettunut		5	2	2	5	5	4	4
pojkar	ruskettunut		4	3	3	4	4	2	4
roland	punakka		5	3	3	4	4	3	5
sören	punakka		3	2	2	4	4	2	3
åke	kalpea		5	5	5	3	3	3	5
åsa	kalpea		5	5	5	3	3	2	5
bh	ruskettunut		4	2	2	4	5	5	1
daniel	punakka	tumma	4	1	1	5	5	1	2
ernst	punakka		5	3	3	5	5	4	3
gunnel	ruskettunut		4	3	3	5	5	4	2
gösta	punakka		5	2	2	5	5	5	2
hat	ruskettunut		5	4	4	4	4	4	3
jonas	kalpea		4	5	3	4	4	2	2
kasten	punakka		3	3	5	3	3	2	2
lars	punakka		4	2	2	5	5	3	2
lo	punakka	tumma	3	2	1	5	5	4	2
marie	normaali	tumma	5	4	3	4	4	3	2
mohawk	normaali		5	4	5	3	3	4	3
nicke	kalpea		3	3	3	2	2	2	3
sametti	ruskettunut		3	2	2	4	4	3	3
stefan	ruskettunut		5	4	3	5	5	3	2
stig	punakka		5	3	3	5	5	5	3
stikkan	punakka	tumma	5	3	3	5	5	3	4
suzanne	ruskettunut		4	2	2	5	5	4	4
ulf	punakka		4	2	2	5	5	5	4
victoria	kalpea	tumma	4	4	3	4	4	2	5
		keskiarvo:	4,38	3,25	3,18	3,90	3,93	3,10	3,60
		sijoitus:	1	5	6	3	2	7	4

ARVOSANAT REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ KOKO-IHMISKUVILLE									
KUVA	IHON VÄRI	ERITYISTÄ:	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
barn	normaali		5	3	5	5	5	3	3
co	punakka		5	2	4	3	3	2	3
david	kalpea		4	5	5	4	3	1	3
family	punakka		3	2	3	4	5	2	2
flickor	kalpea		3	3	3	2	2	2	2
fyran	normaali		4	2	4	3	3	1	3
jonna	punakka		2	1	2	4	4	2	1
korsika	kalpea		3	3	3	2	2	1	3
malin	ruskettunut		2	3	3	4	4	1	2
mikael	punakka		4	2	4	5	5	4	2
mike	neeker		5	5	5	4	4	1	5
pojkar	normaali		5	5	4	3	3	1	2
polis	normaali		4	5	5	3	3	3	2
reppu	punakka		2	1	1	4	4	1	1
ritsa	punakka		5	1	1	4	4	3	1
samuel	punakka		4	3	3	5	5	2	1
solvalla			3	5	4	2	2	1	2
sören	punakka		3	1	2	4	4	3	1
åke	punakka		5	2	2	5	5	3	2
örter	ruskettunut		2	1	2	3	3	2	1
alexandra	normaali		4	5	4	4	4	5	2
carola	normaali		4	4	3	2	2	3	3
chippendales	normaali		5	4	4	3	3	3	2
christer	ruskettunut		5	3	3	5	5	3	2
förkyldning	kalpea		4	4	5	4	4	5	4
harriet	ruskettunut		4	3	3	5	5	2	4
izabella	ruskettunut		5	3	3	5	5	5	4
johanna	normaali		5	3	4	5	5	5	4
jones	punakka		5	3	3	5	5	3	4
josefin	kalpea		4	4	4	5	5	3	4
katt	punakka		3	2	2	5	5	5	5
keps	normaali		5	5	5	5	5	5	4
lillbabs	ruskettunut	ummasävyine	5	3	3	5	5	4	5
lorry	ruskettunut		5	3	3	5	5	5	4
mustasch	punakka		5	2	2	5	5	5	5
mössa	normaali		5	5	5	5	5	5	4
nicke	kalpea		2	2	2	4	4	5	3
rakning	normaali		5	4	4	5	5	4	5
soffa	normaali		5	5	5	4	4	4	5
stövlar	punakka	punasävyinen	5	4	4	5	5	5	5
		keskiarvo:	4,08	3,15	3,40	4,10	4,10	3,08	3,00
		sijoitus:	3	5	4	1,5	1,5	6	7

ARVOSANAT REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ KAIKILLE IHMISKUVILLE									
KUVA	IHON VÄRI	KOHDE	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
basia	ruskettunut		5	3	3	4	4	3	5
björn	kalpea		5	5	5	2	2	3	5
cecilia	punakka		5	3	3	4	4	3	5
gerhard	normaali		5	4	4	3	3	4	5
helena	punakka		5	3	3	4	4	5	5
ingvar	kalpea		5	5	5	3	3	4	4
jenny	kalpea	tummasävyinen	3	3	3	2	2	1	4
jesper	punakka		5	3	3	4	4	2	5
josefin	kalpea		5	5	5	3	3	2	5
marika	normaali		5	5	5	3	3	3	4
mats	punakka	punasävyinen	3	2	2	5	5	4	4
molin	kalpea		5	4	4	3	3	3	4
niclas	punakka		5	3	3	4	4	2	4
oliver	kalpea	tummasävyinen	3	4	4	2	2	1	5
peter	ruskettunut		5	2	2	5	5	4	4
pojarna	ruskettunut		4	3	3	4	4	2	4
roland	punakka		5	3	3	4	4	3	5
sören	punakka		3	2	2	4	4	2	3
åke	kalpea		5	5	5	3	3	3	5
åsa	kalpea		5	5	5	3	3	2	5
bh	ruskettunut		4	2	2	4	5	5	1
daniel	punakka	tummasävyinen	4	1	1	5	5	1	2
ernst	punakka		5	3	3	5	5	4	3
gunnel	ruskettunut		4	3	3	5	5	4	2
gösta	punakka		5	2	2	5	5	5	2
hat	ruskettunut		5	4	4	4	4	4	3
jonas	kalpea		4	5	3	4	4	2	2
kasten	punakka		3	3	5	3	3	2	2
lars	punakka		4	2	2	5	5	3	2
lo	punakka	tummasävyinen	3	2	1	5	5	4	2
marie	normaali	tummasävyinen	5	4	3	4	4	3	2
mohawk	normaali		5	4	5	3	3	4	3
nicke	kalpea		3	3	3	2	2	2	3
sametti	ruskettunut		3	2	2	4	4	3	3
stefan	ruskettunut		5	4	3	5	5	3	2
stig	punakka		5	3	3	5	5	5	3
stikkan	punakka	tummasävyinen	5	3	3	5	5	3	4
suzanne	ruskettunut		4	2	2	5	5	4	4
ulf	punakka		4	2	2	5	5	5	4
victoria	kalpea	tummasävyinen	4	4	3	4	4	2	5
barn	normaali		5	3	5	5	5	3	3
co	punakka		5	2	4	3	3	2	3
david	kalpea		4	5	5	4	3	1	3
family	punakka		3	2	3	4	5	2	2
flickor	kalpea		3	3	3	2	2	2	2
fyran	normaali		4	2	4	3	3	1	3
jonna	punakka		2	1	2	4	4	2	1
korsika	kalpea		3	3	3	2	2	1	3
malin	ruskettunut		2	3	3	4	4	1	2
mikael	punakka		4	2	4	5	5	4	2
mike	neekeri		5	5	5	4	4	1	5
pojkar	normaali		5	5	4	3	3	1	2
polis	normaali		4	5	5	3	3	3	2
reppu	punakka		2	1	1	4	4	1	1
ritsa	punakka		5	1	1	4	4	3	1
samuel	punakka		4	3	3	5	5	2	1
solvalla			3	5	4	2	2	1	2
sören	punakka		3	1	2	4	4	3	1
årte	punakka		5	2	2	5	5	3	2
örter	ruskettunut		2	1	2	3	3	2	1
alexandra	normaali		4	5	4	4	4	5	2
carola	normaali		4	4	3	2	2	3	3
chippendales	normaali		5	4	4	3	3	3	2
christer	ruskettunut		5	3	3	5	5	3	2
förkyldning	kalpea		4	4	5	4	4	5	4
harriet	ruskettunut		4	3	3	5	5	2	4
izabella	ruskettunut		5	3	3	5	5	5	4
johanna	normaali		5	3	4	5	5	5	4
jones	punakka		5	3	3	5	5	3	4
josefin	kalpea		4	4	4	5	5	3	4
katt	punakka		3	2	2	5	5	5	5
keps	normaali		5	5	5	5	5	5	4
lillbabs	ruskettunut	tummasävyinen	5	3	3	5	5	4	5
lorry	ruskettunut		5	3	3	5	5	5	4
mustasch	punakka		5	2	2	5	5	5	5
mössa	normaali		5	5	5	5	5	5	4
nicke	kalpea		2	2	2	4	4	5	3
rakning	normaali		5	4	4	5	5	4	5
soffa	normaali		5	5	5	4	4	4	5
stövlar	punakka	punasävyinen	5	4	4	5	5	5	5
		keskiarvo:	4,23	3,20	3,29	4,00	4,01	3,09	3,30
		sijoitus:	1	6	5	3	2	7	4

ARVOSANAT LUOKKAKOHTAISISTA REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ RUSKEILLE KUVILLE								
KUVA	KOHDE	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
beach	r+s+vi	3	5	4	3	4	3	2
uimarit	r+s+vi	3	5	5	4	5	3	3
alvaro	r+i+s	3	4	4	3	4	3	3
hilla	r+i+vi	3	4	4	2	2	3	2
jaakko	r+i	4	4	4	2	3	2	4
kaivaja	r	2	3	3	2	2	3	4
lapset	r+i+vi	5	5	4	3	4	2	5
mäyräkoira	r+i	2	2	2	1	1	2	4
pikkuinkat	r+va	2	2	2	2	2	2	4
pojat	r+k+i+vi	3	5	5	5	4	5	3
seisoja	r+vi	1	1	1	1	1	1	4
seisojat	r+vi	3	3	3	3	3	1	4
tomppu	r+i+vi	2	4	5	3	3	4	2
tuomas	r+i+s+vi	2	2	2	3	4	4	1
graystoke	r+k	2	3	3	2	2	2	2
	keskiarvo:	2,67	3,47	3,40	2,60	2,93	2,67	3,13
	sijoitus:	5,5	1	2	7	4	5,5	3

ARVOSANAT REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ Keltaisille Kuville									
KUVA	AIHE	KOHDE	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
alvaro	puu	r+k+i+va+m	4	4	5	2	2	2	3
ikea katalog	puu	r+r+i+va	3	4	5	2	2	3	2
ikeaskåp	puu	r+k+i+va	4	5	5	3	3	3	2
kokit	puu	r+k+va	4	5	5	3	3	5	3
lasagne	puu	r+k+i	3	4	4	3	3	3	2
mökki	puu	k+r	4	5	5	4	3	3	4
puhelintyttö	puu	k+i+va	2	3	3	2	2	3	2
tuttisuus	puu	k+i+va	2	2	2	2	2	2	3
vaja	puu	k+r+vi	3	3	4	3	2	2	5
vipe	puu	r+k+i	4	5	5	3	4	4	3
eeva-liisa	pelto	k+r+i+vi	2	2	3	2	2	3	2
sänki	pelto	k+vi+s	3	3	3	4	4	5	2
tatti	pelto	r+k+s+i	3	3	3	3	3	3	3
vilja	pelto	k+va+vi	3	4	5	3	3	4	2
este	ruska	k+r+s+vi+va	3	3	3	3	3	2	3
hannu	ruska	k+vi	3	4	4	2	2	4	2
koivu	ruska	k+s	2	5	5	3	3	3	1
kotikoivu itä	ruska	k+vi+s	2	2	3	3	4	5	1
kotikoivu länsi	ruska	k+vi+s	3	4	4	2	2	3	1
kuja	ruska	k+vi+r	2	3	4	1	1	2	1
lemmenjoki	ruska	k+r+vi	1	3	3	1	1	2	1
naapuri	ruska	k+vi	2	3	4	2	2	2	2
puisto	ruska	k+vi+va	2	3	4	2	2	3	1
raunio	ruska	k+r+vi	2	3	4	2	2	2	1
silta	ruska	k+vi	3	4	4	3	3	3	2
tunturi1	ruska	k+vi+va	3	3	4	2	2	1	3
tunturi2	ruska	k+vi+va	2	4	4	3	2	3	1
tunturi3	ruska	k+vi+s	3	4	4	2	2	1	3
vaahtera	ruska	k+s+vi	3	4	5	2	2	3	2
ville	ruska	k+s+r+vi	3	4	4	3	3	2	2
		keskiarvo:	2,77	3,60	4,00	2,50	2,47	2,87	2,17
		sijoitus:	4	2	1	5	6	3	7

ARVOSANAT LUOKKAKOHTAISISTA REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ RUSKEILLE JA KELTAISILLE KUVILLE								
KUVA	KOHDE	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
beach	r+s+vi	3	5	4	3	4	3	2
uimarit	r+s+vi	3	5	5	4	5	3	3
alvaro	r+i+s	3	4	4	3	4	3	3
hilla	r+i+vi	3	4	4	2	2	3	2
jaakko	r+i	4	4	4	2	3	2	4
kaivaja	r	2	3	3	2	2	3	4
lapset	r+i+vi	5	5	4	3	4	2	5
mäyräkoira	r+i	2	2	2	1	1	2	4
pikkuinkat	r+va	2	2	2	2	2	2	4
pojat	r+k+i+vi	3	5	5	5	4	5	3
seisoja	r+vi	1	1	1	1	1	1	4
seisojat	r+vi	3	3	3	3	3	1	4
tomppu	r+i+vi	2	4	5	3	3	4	2
tuomas	r+i+s+vi	2	2	2	3	4	4	1
graystoke	r+k	2	3	3	2	2	2	2
	keskiarvo:	2,67	3,47	3,40	2,60	2,93	2,67	3,13
	sijoitus:	5,5	1	2	7	4	5,5	3

ARVOSANAT LUOKKAKOHTAISISTA REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ VIHREILLE KUVILLE								
KUVA	KOHDE	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
havut	vi + va	2	3	4	3	1	2	2
jazz	vi + i	3	4	5	4	1	1	2
kotikoivut.kesä	vi	1	3	4	4	1	1	1
kotikoivut.kevät	vi + s	1	1	3	4	3	2	2
kotikuusi	vi + s	4	4	2	4	4	4	2
kuja	vi + r	3	4	4	3	2	3	2
kuvaaja	vi + i	2	3	3	3	2	2	2
laakso	vi + s	3	3	4	4	4	3	2
miljö	vi + i + r	2	2	3	2	1	1	4
mimi	vi + s + r	1	2	3	3	3	3	2
ossi	vi + i + r	3	4	4	2	2	2	3
päärynäpuu	vi + s	1	1	2	3	3	4	2
risteys	vi + s	1	2	2	3	2	2	1
sessu	vi + i + r + s	3	4	4	3	2	2	3
suojatie	vi + i + s	2	4	4	3	2	3	1
suunnistajat	vi + i + s	5	5	5	3	3	5	4
ville	vi + i	4	5	5	3	3	5	3
itätehdas	vi + s + i	1	3	3	2	2	3	1
joutsenlampi	vi	2	3	3	3	2	4	2
kala	vi + i + va	4	4	5	4	3	4	2
leikkaaja	vi + i + s	3	5	5	4	4	5	2
letku	vi + i + s	3	4	4	5	3	4	2
lietuvos	vi + s + r	3	4	4	3	3	4	1
marjastaja	vi + i	3	4	5	4	4	4	2
pionit	vi + r	2	2	4	3	3	3	2
stadion	vi + s + k	3	5	5	4	3	4	2
urat	vi + s	2	3	3	3	3	3	1
veneet	vi + i + s	3	5	5	4	4	4	2
leikkaajat	vi + i	2	4	5	4	3	3	1
choice	vi + s	3	4	5	4	3	3	2
	keskiarvo:	2,42	3,35	3,77	3,26	2,55	3,00	1,94
	sijoitus:	6	2	1	3	5	4	7

ARVOSANAT LUOKKAKOHTAISISTA REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ SINISILLE KUVILLE								
KUVA	KOHDE	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
beach	s + r + vi + m	4	5	4	3	4	3	2
brysseli	s + r + i	3	3	3	3	3	3	4
bussi	s + r + k + i	1	4	4	3	3	3	1
cccp	s + r + vi	2	4	3	3	3	3	2
horisontti	s	1	2	2	3	4	4	2
kellotorni	s + k + r	1	2	2	2	3	3	1
kuja	s + m	2	3	3	2	4	4	1
latvia	s + r + k	1	2	2	2	2	2	1
malmö	s + m	1	3	3	3	4	4	1
moskova	s + va	1	2	2	2	3	3	1
otsolahti	s + va + m	1	2	2	3	4	3	1
parveke	s + k	1	2	2	2	2	3	3
pilvet	s + va	2	3	3	3	5	5	1
päivävarjo	s + r + vi	2	5	5	4	4	3	1
rantakivet	s + r	2	5	4	4	5	4	1
rbk	s + i	4	5	5	4	4	3	3
toteemi	s + r	4	5	5	5	5	5	3
ullanlinna	s + i	1	2	2	2	2	2	1
saaristo	s + vi + i + k + r	2	3	3	4	4	1	2
linna	s + vi + r	2	4	4	3	3	3	2
joki	s + k + va	2	3	3	4	4	4	1
joutsen	s + va + r	4	5	5	4	5	4	2
joutsenet	s + va + r	2	4	4	3	5	5	1
kallioranta	s + r	1	3	2	3	4	4	1
praha	s + r	1	2	2	3	4	4	1
raitapaidat	s + v + i	3	3	3	4	4	4	2
saaret	s + v	3	4	4	4	4	3	1
sukellusvene	s + v	1	2	2	3	3	3	1
timo	s + r + i + va	1	2	1	2	3	2	1
tuulensuunta	s + i	2	3	3	3	4	1	2
uturanta	s + vi	2	3	3	4	4	4	1
	keskiarvo:	1,94	3,23	3,06	3,13	3,71	3,29	1,55
	sijoitus:	6	3	5	4	1	2	7

ARVOSANAT LUOKKAKOHTAISISTA REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ VIHREILLE JA SINISILLE KUVILLE								
KUVA	KOHDE	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
beach	s + r + vi + m	4	5	4	3	4	3	2
brysseli	s + r + i	3	3	3	3	3	3	4
bussi	s + r + k + i	1	4	4	3	3	3	1
cccp	s + r + vi	2	4	3	3	3	3	2
horisontti	s	1	2	2	3	4	4	2
kellotorni	s + k + r	1	2	2	2	3	3	1
kuja	s + m	2	3	3	2	4	4	1
latvia	s + r + k	1	2	2	2	2	2	1
malmö	s + m	1	3	3	3	4	4	1
moskova	s + va	1	2	2	2	3	3	1
otsolahti	s + va + m	1	2	2	3	4	3	1
parveke	s + k	1	2	2	2	2	3	3
pilvet	s + va	2	3	3	3	5	5	1
päivävarjo	s + r + vi	2	5	5	4	4	3	1
rantakivet	s + r	2	5	4	4	5	4	1
rwbk	s + i	4	5	5	4	4	3	3
toteemi	s + r	4	5	5	5	5	5	3
ullanlinna	s + i	1	2	2	2	2	2	1
saaristo	s + vi + i + k + r	2	3	3	4	4	1	2
linna	s + vi + r	2	4	4	3	3	3	2
joki	s + k + va	2	3	3	4	4	4	1
joutsen	s + va + r	4	5	5	4	5	4	2
joutsenet	s + va + r	2	4	4	3	5	5	1
kallioranta	s + r	1	3	2	3	4	4	1
praha	s + r	1	2	2	3	4	4	1
raitapaidat	s + v + i	3	3	3	4	4	4	2
saaret	s + v	3	4	4	4	4	3	1
sukellusvene	s + v	1	2	2	3	3	3	1
timo	s + r + i + va	1	2	1	2	3	2	1
tuulensuunta	s + i	2	3	3	3	4	1	2
uturanta	s + vi	2	3	3	4	4	4	1
havut	vi + va	2	3	4	3	1	2	2
jazz	vi + i	3	4	5	4	1	1	2
kotikoivut.kesä	vi	1	3	4	4	1	1	1
kotikoivut.kevät	vi + s	1	1	3	4	3	2	2
kotikuusi	vi + s	4	4	2	4	4	4	2
kuja	vi + r	3	4	4	3	2	3	2
kuvaaja	vi + i	2	3	3	3	2	2	2
laakso	vi + s	3	3	4	4	4	3	2
miljö	vi + i + r	2	2	3	2	1	1	4
mimi	vi + s + r	1	2	3	3	3	3	2
ossi	vi + i + r	3	4	4	2	2	2	3
päärynäpuu	vi + s	1	1	2	3	3	4	2
risteys	vi + s	1	2	2	3	2	2	1
sessu	vi + i + r + s	3	4	4	3	2	2	3
suojatie	vi + i + s	2	4	4	3	2	3	1
suunnistajat	vi + i + s	5	5	5	3	3	5	4
ville	vi + i	4	5	5	3	3	5	3
itätehdas	vi + s + i	1	3	3	2	2	3	1
joutsenlampi	vi	2	3	3	3	2	4	2
kala	vi + i + va	4	4	5	4	3	4	2
leikkaaja	vi + i + s	3	5	5	4	4	5	2
letku	vi + i + s	3	4	4	5	3	4	2
lietuvos	vi + s + r	3	4	4	3	3	4	1
marjastaja	vi + i	3	4	5	4	4	4	2
pionit	vi + r	2	2	4	3	3	3	2
stadion	vi + s + k	3	5	5	4	3	4	2
urat	vi + s	2	3	3	3	3	3	1
veneet	vi + i + s	3	5	5	4	4	4	2
leikkaajat	vi + i	2	4	5	4	3	3	1
choice	vi + s	3	4	5	4	3	3	2
	keskiarvo:	2,21	3,34	3,48	3,25	3,18	3,20	1,77
	sijoitus:	6	2	1	3	5	4	7

ARVOSANAT REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ VAALEAIHOISILLE IHMIS- JA RUSKEILLE JA KELTAISILLE KUVILLE								
KUVA	KOHDE	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
beach	r+s+vi	3	5	4	3	4	3	2
uimarit	r+s+vi	3	5	5	4	5	3	3
alvaro	r+i+s	3	4	4	3	4	3	3
hilla	r+i+vi	3	4	4	2	2	3	2
jaakko	r+i	4	4	4	2	3	2	4
kaivaja	r	2	3	3	2	2	3	4
lapset	r+i+vi	5	5	4	3	4	2	5
mäyräkoira	r+i	2	2	2	1	1	2	4
pikkuinkat	r+va	2	2	2	2	2	2	4
pojat	r+k+i+vi	3	5	5	5	4	5	3
seisoja	r+vi	1	1	1	1	1	1	4
seisojat	r+vi	3	3	3	3	3	1	4
tomppu	r+i+vi	2	4	5	3	3	4	2
tuomas	r+i+s+vi	2	2	2	3	4	4	1
graystoke	r+k	2	3	3	2	2	2	2
björn	kalpea	5	5	5	2	2	3	5
gerhard	normaali	5	4	4	3	3	4	5
ingvar	kalpea	5	5	5	3	3	4	4
jenny	kalpea	3	3	3	2	2	1	4
josefin	kalpea	5	5	5	3	3	2	5
marika	normaali	5	5	5	3	3	3	4
molin	kalpea	5	4	4	3	3	3	4
oliver	kalpea	3	4	4	2	2	1	5
åke	kalpea	5	5	5	3	3	3	5
åsa	kalpea	5	5	5	3	3	2	5
jonas	kalpea	4	5	3	4	4	2	2
marie	normaali	5	4	3	4	4	3	2
mohawk	normaali	5	4	5	3	3	4	3
nicke	kalpea	3	3	3	2	2	2	3
victoria	kalpea	4	4	3	4	4	2	5
barn	normaali	5	3	5	5	5	3	3
david	kalpea	4	5	5	4	3	1	3
flickor	kalpea	3	3	3	2	2	2	2
tyran	normaali	4	2	4	3	3	1	3
korsika	kalpea	3	3	3	2	2	1	3
pojkar	normaali	5	5	4	3	3	1	2
polis	normaali	4	5	5	3	3	3	2
alexandra	normaali	4	5	4	4	4	5	2
carola	normaali	4	4	3	2	2	3	3
chippendales	normaali	5	4	4	3	3	3	2
förkyldning	kalpea	4	4	5	4	4	5	4
johanna	normaali	5	3	4	5	5	5	4
josefin	kalpea	4	4	4	5	5	3	4
keps	normaali	5	5	5	5	5	5	4
mössa	normaali	5	5	5	5	5	5	4
nicke	kalpea	2	2	2	4	4	5	3
rakning	normaali	5	4	4	5	5	4	5
soffa	normaali	5	5	5	4	4	4	5
	keskiarvo:	3,81	3,92	3,90	3,15	3,23	2,88	3,46
	sijoitus:	3	1	2	6	5	7	4

ARVOSANAT LUOKAKOHTAISISTA REPRODUKTIOPARAMETREISTÄ PUNAKOILLE IHMISS- JA VIHREILLE JA SINISILLE KUVILLA								
KUVA	KOHDTE	IHMINEN	RUSKEA	KELTAINEN	VIHREÄ	SININEN	VALKOINEN	MUSTA
beach	s + r + vi + m	4	5	4	3	4	3	2
brysseli	s + r + i	3	3	3	3	3	3	4
bussi	s + r + k + i	1	4	4	3	3	3	1
ccop	s + r + vi	2	4	3	3	3	3	2
horisontti	s	1	2	2	3	4	4	2
kellotorni	s + k + r	1	2	2	2	3	3	1
kuja	s + m	2	3	3	2	4	4	1
latvia	s + r + k	1	2	2	2	2	2	1
malmö	s + m	1	3	3	3	4	4	1
moskova	s + va	1	2	2	2	3	3	1
otsolahti	s + va + m	1	2	2	3	4	3	1
parveke	s + k	1	2	2	2	2	3	3
pilvet	s + va	2	3	3	3	5	5	1
päivävarjo	s + r + vi	2	5	5	4	4	3	1
rantakivet	s + r	2	5	4	4	5	4	1
rwbk	s + i	4	5	5	4	4	3	3
toteemi	s + r	4	5	5	5	5	5	3
ullanlinna	s + i	1	2	2	2	2	2	1
saaristo	s + vi + i + k + r	2	3	3	4	4	1	2
linna	s + vi + r	2	4	4	3	3	3	2
joki	s + k + va	2	3	3	4	4	4	1
joutsen	s + va + r	4	5	5	4	5	4	2
joutsenet	s + va + r	2	4	4	3	5	5	1
kallioranta	s + r	1	3	2	3	4	4	1
praha	s + r	1	2	2	3	4	4	1
raitapaidat	s + v + i	3	3	3	4	4	4	2
saaret	s + v	3	4	4	4	4	3	1
sukellusvene	s + v	1	2	2	3	3	3	1
timo	s + r + i + va	1	2	1	2	3	2	1
tuulensuunta	s + i	2	3	3	3	4	1	2
uturanta	s + vi	2	3	3	4	4	4	1
havut	vi + va	2	3	4	3	1	2	2
jazz	vi + i	3	4	5	4	1	1	2
kotikoivut.kesä	vi	1	3	4	4	1	1	1
otikoivut.kevät	vi + s	1	1	3	4	3	2	2
kotikuusi	vi + s	4	4	2	4	4	4	2
kuja	vi + r	3	4	4	3	2	3	2
kuvaaaja	vi + i	2	3	3	3	2	2	2
laakso	vi + s	3	3	4	4	4	3	2
miljö	vi + i + r	2	2	3	2	1	1	4
mimi	vi + s + r	1	2	3	3	3	3	2
ossi	vi + i + r	3	4	4	2	2	2	3
päärynäpuu	vi + s	1	1	2	3	3	4	2
risteys	vi + s	1	2	2	3	2	2	1
sessu	vi + i + r + s	3	4	4	3	2	2	3
suojatie	vi + i + s	2	4	4	3	2	3	1
suunnistajat	vi + i + s	5	5	5	3	3	5	4
ville	vi + i	4	5	5	3	3	5	3
itätehdas	vi + s + i	1	3	3	2	2	3	1
joutsenlampi	vi	2	3	3	3	2	4	2
kala	vi + i + va	4	4	5	4	3	4	2
leikkaaja	vi + i + s	3	5	5	4	4	5	2
letku	vi + i + s	3	4	4	5	3	4	2
lietuvos	vi + s + r	3	4	4	3	3	4	1
marjastaja	vi + i	3	4	5	4	4	4	2
pionit	vi + r	2	2	4	3	3	3	2
stadion	vi + s + k	3	5	5	4	3	4	2
urat	vi + s	2	3	3	3	3	3	1
veneet	vi + i + s	3	5	5	4	4	4	2
leikkaajat	vi + i	2	4	5	4	3	3	1
choice	vi + s	3	4	5	4	3	3	2
basia	ruskettunut	5	3	3	4	4	3	5
cecilia	punakka	5	3	3	4	4	3	5
helena	punakka	5	3	3	4	4	5	5
jesper	punakka	5	3	3	4	4	2	5
mats	punakka	3	2	2	5	5	4	4
niclas	punakka	5	3	3	4	4	2	4
peter	ruskettunut	5	2	2	5	5	4	4
pojama	ruskettunut	4	3	3	4	4	2	4
roland	punakka	5	3	3	4	4	3	5
sören	punakka	3	2	2	4	4	2	3
bh	ruskettunut	4	2	2	4	5	5	1
daniel	punakka	4	1	1	5	5	1	2
ernst	punakka	5	3	3	5	5	4	3
gunnel	ruskettunut	4	3	3	5	5	4	2
gösta	punakka	5	2	2	5	5	5	2
hat	ruskettunut	5	4	4	4	4	4	3
kasten	punakka	3	3	5	3	3	2	2
lars	punakka	4	2	2	5	5	3	2
lo	punakka	3	2	1	5	5	4	2
sametti	ruskettunut	3	2	2	4	4	3	3
stefan	ruskettunut	5	4	3	5	5	3	2
stig	punakka	5	3	3	5	5	5	3
stikkan	punakka	5	3	3	5	5	3	4
suzanne	ruskettunut	4	2	2	5	5	4	4
ulf	punakka	4	2	2	5	5	5	4
co	punakka	5	2	4	3	3	2	3
family	punakka	3	2	3	4	5	2	2
jonna	punakka	2	1	2	4	4	2	1
malin	ruskettunut	2	3	3	4	4	1	2
mikael	punakka	4	2	4	5	5	4	2
mike	neekeri	5	5	5	4	4	1	5
reppu	punakka	2	1	1	4	4	1	1
ritsa	punakka	5	1	1	4	4	3	1
samuel	punakka	4	3	3	5	5	2	1
sören	punakka	3	1	2	4	4	3	1
åke	punakka	5	2	2	5	5	3	2
örter	ruskettunut	2	1	2	3	3	2	1
christer	ruskettunut	5	3	3	5	5	3	2
harriet	ruskettunut	4	3	3	5	5	2	4
izabella	ruskettunut	5	3	3	5	5	5	4
jones	punakka	5	3	3	5	5	3	4
katt	punakka	3	2	2	5	5	5	5
lillbabs	ruskettunut	5	3	3	5	5	4	5
lorry	ruskettunut	5	3	3	5	5	5	4
mustasch	punakka	5	2	2	5	5	5	5
stövlar	punakka	5	4	4	5	5	5	5
	keskiarvo:	3,06	2,98	3,13	3,78	3,76	3,21	2,35
	sijoitus:	5	6	4	1	2	3	7

TEKNILLINEN KORKEAKOULU
TIETOTEKNIKAN TALON KESKUS
KONEMIEHENTIE 2
02150 ESPOO

TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Graatisen tekniikan
laboratorio